R

FRANCISCUS PRÆPOSITUS S. SALVATORIS POLLINGÆ · Æ. 1744 *
AD BIBLIOTHECAM
IBIDEM.

e
S. IV.
<36602351660015

<36602351660015
Bayer. Staatsbibliothek

Phys. sp. ~~60~~. Brugmann
114.

Physica. De magnete
295.

R

Philosophische Versuche
über die
magnetische Materie,
und deren Wirkung
in Eisen und Magnet.

Aus dem Lateinischen
des
Herrn Anton Brugmans,
Doktors der Weltweisheit, und öffentlichen Lehrers der Mathematik und Physik auf der hohen Schule zu Gröningen,

übersetzt
und mit
Anmerkungen und Zusätzen des Herrn Verfassers vermehrt.

Herausgegeben
von
Christian Gotthold Eschenbach,
der Weltweisheit und Arzneygelahrheit Doktor auf der hohen Schule zu Leipzig.

Mit sechs Kupfern.

Leipzig,
bey Siegfried Lebrecht Crusius, 1784.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorbericht

des Herausgebers.

So sehr ich auch Anfangs zweifelte, ob ich mein die Uebersetzung dieses Werks betreffendes Versprechen *) zu halten im Stande seyn würde; so ist mir doch wirklich die Erfüllung desselben in der Folge weit leichter geworden, als ich es ehedem vermuthete. Denn kaum hatte ich die Uebersetzung der Beobachtungen des Herrn **Brugmans** herausgegeben, und in der Vorrede zu diesem Werk die Ursache bekannt gemacht, warum ich die Versuche dieses Gelehrten über die magnetische Materie, die ich ebenfalls zu übersetzen gesonnen war, nicht zugleich hatte abdrucken lassen können; so war ich so glücklich, das Original dieses Werks, das mir zur Ausführung meines Entschlusses gemangelt hatte, durch die Gütigkeit des Herrn Hofrath **Kästner**, dem ich hier öffentlich für diese Ge-

*) In der Vorrede zur deutschen Uebersetzung der Beobachtungen des Herrn Brugmans über die Verwandtschaften des Magnets.

Gefälligkeit den verbindlichsten Dank sage, zu erhalten. Ich unternahm daher sogleich die Uebersetzung desselben, zumal da mich der Herr Hofrath selbst hiezu aufgemuntert hatte, aber ich mußte demohngeachtet die angefangene Arbeit bald wieder liegen lassen, da mir kurze Zeit darauf Herr **Brugmans** einen Brief übersendete, und mich darinn benachrichtigte, daß er durch die von mir herausgegebene Uebersetzung seiner Beobachtungen veranlaßt worden sey, an mich zu schreiben, und daß er sich entschlossen habe, mir ein Exemplar von seinen Versuchen, nebst einigen Zusätzen und Verbesserungen, zu überschicken, wenn ich noch gesonnen wär, dieses Werk deutsch herauszugeben. Um also manche Stellen des Buchs, die Herr **Brugmans** entweder ganz ausstreichen, oder sehr verbessern und verändern möchte, nicht vergeblich zu übersetzen, schob ich die Arbeit eine Zeitlang auf, um die Ankunft der versprochenen Zusätze abzuwarten, um deren baldige Ausarbeitung und Uebersendung ich den Herrn Verfasser bat. — Dieser Umstand war es also, der die Herausgabe dieser Uebersetzung verzögerte, aber er war es auch, der mich in den Stand setzte, meinen Lesern ein vollkommneres Werk zu übergeben, als es sonst

sonst möglich gewesen wär; denn ob ich mir gleich Anfangs vorgenommen hatte, hin und wieder, wo es mir nothwendig scheinen würde, einige Anmerkungen zur Uebersetzung zu machen, so bin ich doch völlig überzeugt, daß sie denen, die mir nun Herr **Brugmans** selbst übersendet hat, und wofür ich ihm hier öffentlich danke, unmöglich an die Seite gesetzt zu werden verdient hätten. — Ich will übrigens die Vorzüge, die meine Uebersetzung, dieser Verbesserungen wegen, vor dem Original hat, hier nicht genau bestimmen, sondern ich will vielmehr dieses Geschäft den Lesern überlassen, und nur so viel hinzusetzen, daß ich alle mir übersendete Anmerkungen an den gehörigen Orten benutzt, und überdies keine Mühe gespart habe, den wahren Sinn des Herrn Verfassers überall deutlich auszudrücken. Ich schmeichle mir auch, diese letztere Absicht vollkommen erreicht zu haben, und ich kann daher sehr wahrscheinlich voraussehen, daß meine Arbeit den nämlichen Beyfall erhalten wird, den das Publikum meiner Uebersetzung der Beobachtungen des Herrn **Brugmans** über die Verwandtschaften des Magnets geschenkt hat, und den ich aufs neue zu verdienen bemühet gewesen bin. —

Vorbericht des Herausgebers.

Ich muß hier noch meinen Lesern die Ursache bekannt machen, warum diese Uebersetzung ohne den versprochenen Vorbericht des Herrn Professor Funk's von mir herausgegeben worden ist. Der Herr Professor hatte mir zwar, wie ich an einem andern Orte gesagt habe, hierzu Anfangs Hoffnung gemacht, und sich entschlossen, einige Behauptungen des Verfassers in seiner Vorrede kürzlich zu prüfen. Da aber Herr **Brugmans** selbst seine ehedem geäusserten Meynungen in den mir übersendeten Zusätzen zum Theil mit neuen Gründen bestätigt, zum Theil verbessert, oder sonst verändert hat, so veranlaßte dies den Herrn Professor, sein ehemaliges Versprechen zurückzunehmen, und mir selbst die Abfassung der Vorrede zu überlassen. — Ich hoffe indeß, daß der Herr Professor sein Urtheil über das System des Herrn **Brugmans** an einem andern Orte öffentlich bekannt machen wird. — Leipzig, am 3. Febr. 1784.

D. Christian Gotthold Eschenbach.

Vorrede

Vorrede
des Verfassers.

In den Versuchen, die ich hier meinen Lesern übergebe, hab' ich mich vornämlich bemüht, die vielen magnetischen Erscheinungen, die bisher beobachtet worden sind, auf Grundgesetze zurückzubringen. Ich glaube, daß es die Pflicht eines guten Naturkündigers ist, aus einzelnen Thatsachen allgemeine Wahrheiten zu folgern; denn nur auf diese Art ist es möglich, auf ein wahres System zu kommen. Die Erfahrung allein ist meine Lehrmeisterinn gewesen, und nie hab' ich einen Satz, der sich nicht unmittelbar auf Versuche, oder auf richtig daraus gefolgerte Schlüsse stützte, als eine gewisse Wahrheit angenommen. Und so glaub ich zwischen denen, die zufrieden sind, wenn sie die Theorie des Magnetismus, auch ohne die Natur

um Rath zu fragen, festgesetzt haben, und zwischen jenen, die ihre Zeit mit der Bemerkung einzelner Thatsachen zubringen, und so niemals oder selten auf allgemeine Grundgesetze kommen, die Mittelstraße gewählt zu haben. Ueber den Erfolg meiner Unternehmungen zu urtheilen, will ich erfahrnen Naturkündigern überlassen. Wenn mir diese ihren Beyfall schenken, so werde ich mich für meine Bemühungen hinlänglich belohnt halten: und nie wird mich die Zeit gereuen, die ich der Ausarbeitung vieler Sätze gewidmet habe.

Das Urtheil derer aber achte ich für sehr gering, die meine Arbeit deswegen für unwichtig halten, weil ich die magnetische Flüssigkeit, so wie sie ist, nicht gleichsam den Augen sichtbar, oder den Händen fühlbar gemacht, noch den innerlichen Bau des Magnets, und die Art, wie sich die magnetische Materie darinnen anhängt, und dergl. zu deren Erkenntniß die Menschen vielleicht nie gelangen werden, erklärt habe. Wenn man auf das Urtheil dieser Leute Rücksicht nehmen wollte, so würden gewiß die Erfindungen der größten Männer, eines Newton und Boerhaave, die man immer zu schätzen wissen wird, unter ihren Werth erniedriget werden. Denn keiner von diesen großen Gelehrten hat uns die Beschaffenheit der Theilgen

gen des Feuers und des Lichts, ihre Gestalt und Größe, das Grundgesetz ihrer Bewegung, und die Art, wie sie von den Körpern angezogen werden, u. s. f. hinlänglich deutlich gemacht, sondern beyde haben uns nur, mit bewundernswürdiger Kunst, die Gesetze, nach denen sie in die Körper wirken, und ihre Erscheinungen gezeigt. Und so würden, wenn uns auch **Newton** weiter nichts hinterlassen hätte, als seine Abhandlung vom Licht, und von **Boerhaave** nur der Theil seiner Chemie, der vom Feuer handelt, ausgearbeitet worden wäre, doch diese Schriften allein hinreichen, die Namen dieser Männer unsterblich zu machen. Sollen wir die Bemühungen eines **Muſſchenbroek**, **Franklin** und **Nollet**, die durch neue Beobachtungen die Lehre von der Elektricität bereichert haben, darum gering schätzen, weil keiner von diesen Männern die Natur der elektrischen Flüßigkeit deutlich aus einander gesetzt, oder den Bau der kleinsten Theilgen derselben genau bestimmt, oder die Art, wie sie in die Oeffnungen der Körper eindringen, gewiesen hat? Gewiß nicht! Denn wie die Natur unsre Werkzeuge an Feinheit unendlich übertrift, so wird auch unsre Erkenntniß von dem Kleinsten in der Natur, zu der wir durch unsre, viele Jahre fortgesetzte Bemühungen gelangen, nie der beykommen, die wir uns von größern Gegenständen durch den bloßen Gebrauch der Sinne verschaffen.

Lange hielt ich die einmal angenommene, und durch den Beyfall der größten Männer bekräftigte Meynung, daß die magnetischen Erscheinungen aus einer wirbelförmigen Bewegung einer feinen Flüßigkeit entstünden, für gegründet. Ja ich hielt sie selbst noch damals für richtig, als ich die ersten Bogen dieses Werkes abdrucken ließ; allein bald darauf nöthigte mich die Erfahrung, und die Vernunft, denen man allein sicher trauen darf, sie zu verlassen. —

Sollten noch einige Gelehrte seyn, (deren Anzahl ich aber für sehr gering halte,) die an dem Daseyn aller magnetischen Materie zweifeln, so glaub' ich, daß sie doch die neuen von mir angestellten Beobachtungen mit Vergnügen durchlesen werden. —

Inhalt.

Einleitung, S. 1

Erster Satz.

Beweiß für das Daseyn einer magnetischen Materie, 4

Zweyter Satz.

Versuche, das Daseyn der magnetischen Materie in allem Eisen zu beweißen, 7

Dritter Satz.

Von der schwammähnlichen Wirkung des Eisens gegen die magnetische Materie, 15

Widerlegung der Meynung des Herrn **Monnier**, daß das Eisen der magnetischen Flüßigkeit den Durchgang verhindre, 16

Versuche, welche jenen Satz bestätigen, 18

Folgerungen daraus, 28

Erklärung des Ausdrucks **schwammähnliche Wirkung**, 34

Widerlegung eines Einwurfs gegen das Daseyn der magnetischen Materie, 36

Vierter Satz.

Von der Zerstörung der magnetischen Kraft im Feuer, wenn das Eisen weiß glüht, 48

Fünfter Satz.

Von der Ableitung der magnetischen Materie durch mehrere unter einander verbundene und verschieden bewegte Eisenstücke, 50

Aehnliche Wirkung der elektrischen Flüßigkeit, 51

Sechster Satz.

Von der Verwandlung des von der magnetischen Materie durchdrungenen Eisens in einen wahren Magnet, 52

Partialität der Magnetnadel, 58

Sieben-

Siebenter Satz.

Von der Veränderung, die das Eisen sogleich erleidet, so bald es in die Atmosphäre eines Magnets kömmt, S. 63
Verschiedene Folgerungen hieraus, 66

Achter Satz.

Indifferenz-Punkte, 69
Versuche, welche das Daseyn derselben erweisen, 71
Erklärung ihrer Entstehung, 73
Verschiedne Folgerungen, 75

Neunter Satz.

Entfernung der Indifferenz-Punkte von einander, und von den Enden des Eisens, 77
Erklärung des kulminirenden Punktes, 82

Zehnter Satz.

Vereinigte Wirkung der ganzen Atmosphäre eines Magnets bey jeder Aeusserung der Kräfte desselben, 83
Folgerungen hieraus, 90

Elfter Satz.

Anführung und Widerlegung der Systeme des des Cartes, 95
— des Herrn Euler, 98
— des Herrn du Tour, 110
— der Herren D. und J. Bernoulli, 173
System des Verfassers und Beweiß desselben, 120

Zwölfter Satz.

Beobachtung der Pole bey jeder Aeusserung der magnetischen Kraft, 127

Dreyzehnter Satz.

Stärkere Wirkung eines Pols, je weniger der andre freundschaftliche dazu beytragen kann, 129

Versuche dies zu beweisen, S. 130
Folgerungen daraus, 131

Vierzehnter Satz.

Von der Schnellkraft der magnetischen Flüßigkeiten, 136

Funfzehnter Satz.

Die Anziehung und Abstoßung der Pole kömmt nicht von dem Stoß der feinen Materie gegen die festen Theile eines Magnets her, 139
Versuche diese Behauptung zu beweisen, 140
Verschiedene Folgerungen, 141

Sechzehnter Satz.

Erklärung der Ursache, warum sich die gleichnamigen Pole anziehen, 141
Folgerungen hieraus, 144

Siebzehnter Satz.

Erklärung des Abstoßens der gleichnamigen Pole, 146
Folgerungen daraus, 148

Achtzehnter Satz.

Erklärung der Erscheinung, daß der Magnet das Eisen anzieht, 150
Uebereinstimmung dieser Erscheinung mit des Verfassers System, 152

Neunzehnter Satz.

Verwandlung des Eisens in einen wahren Magnet, wenn es an einem Magnet gestrichen worden, 156
Folgerungen daraus, 157
(Prüfung des Bernoullischen Gesetzes, die Kraft eines Magnets zu bestimmen, 161)
Versuch mit einem dünnen eisernen Drathe, der vier Pole erlangte, 169

Zwan-

Zwanzigster Satz.
Erzeugung der Pole an einem Stabe, nach der ganzen Länge desselben, S. 171
Versuch des Verfassers, dies zu bewerkstelligen, 172
— des P. Beccaria, durch den elektrischen Schlag, 173
Ein und zwanzigster Satz.
Die Schnellkraft der magnetischen Materie verursacht den Wirbel um den Magnet, 174
Von der Natur der krummen Linie, die der Wirbel bildet, 178
Zwey und zwanzigster Satz.
Gleiche Vertheilung der feinen Materie um den Magnet, mit der Einschränkung, daß sie um den Aequator dichter ist, und daher weniger Raum einnimmt, 180
Folgerungen daraus, 183
Verhältniß, in welchem die Kräfte eines Magnets mit der Entfernung von demselben abnehmen, 184
Drey und zwanzigster Satz.
Verschiedne Richtung des Eisens, wenn es sich dem Magnet nähert, 184
Einige Beobachtungen darüber, 185

Magnetische Kraft der Erde, 198
Vier und zwanzigster Satz.
Beweiß, daß die Erde eine magnetische Kraft besitzt, 198
Widerlegung eines Einwurfs dagegen, 200
Fünf und zwanzigster Satz.
Verschiedne Wirkung eines eisernen Drathes in die Magnetnadel, wenn er in einer Horizontalfläche in verschiednen Richtungen gegen dieselbe gehalten wird, 203
Folgerungen daraus, 204

Sechs und zwanzigster Satz.

Verschiedne Wirkung eines eisernen Drathes gegen die Magnetnadel, wenn er in der Fläche des magnetischen Meridians, in verschiednen Richtungen, gegen dieselbe gehalten wird, S. 208
Beobachtungen eines Engländers hierüber, 210
Folgerungen daraus, 212

Sieben und zwanzigster Satz.

Größere Kraft des Nordpols in den hiesigen Gegenden, in Ansehung der Menge Eisen, die er trägt, und des Südpols, in Rücksicht der größern Entfernung, in welcher er wirkt, 223
Erklärung einer Beobachtung des H. v. Reaumur, 225
— und einer andern des Herrn Allamand, 228

Acht und zwanzigster Satz.

Verstärkung der magnetischen Kraft der Erde durch die Behandlung eines Eisens, das man ohne Hülfe eines Magnets magnetisch machen will, 230
Versuche dies zu beweisen, 231
Neue Art, die magnetische Kraft in Eisen zu erwecken, durch den elektrischen Schlag, 239

Neun und zwanzigster Satz.

Bey der Erzeugung der magnetischen Kraft werden die nämlichen Gesetze befolgt, man mag einen stählernen Stab mit bloßem Eisen, oder mit einem wahren Magnet bestreichen, 243
Bestätigung dieses Satzes durch Versuche, 244

Dreyßigster Satz.

Von der Neigung der Magnetnadel, 254
Beschreibung einer Neigungsnadel nach Euler und Bernoulli, 256
Eine andre Neigungsmaschine von einem holländischen Künstler, 263

Einwendungen gegen die erste, S. 273
Widerlegung von Musschenbroeks Meynung, daß die Neigung überall = 90° seyn müsse, 276

Ein und dreyßigster Satz.

Abweichung der Magnetnadel, 283
Einiges zur Geschichte des Kompasses, 284
Einiges zur Geschichte der Abweichung, 285
Tägliche Veränderung der Abweichung, 286

Anhang.

Schreiben des Verfassers an den Herausgeber, welches einige Anmerkungen zu den Beobachtungen über die Verwandtschaften des Magnets enthält, 289
Von der Vortreflichkeit der Methode des Verfassers, die Verwandtschaft des Magnets zu entdecken, 290
Reinigung des Quecksilbers zu diesen Versuchen, 290
Von der Verwandtschaft des Diamants zum Magnet, 292
— einiger andrer Edelsteine, 294
— des Labradorsteins, 296
Von dem Verhalten der Salpeterluft gegen die Flamme eines Lichts, 297
Behauptung, daß die Kalkerde eine ursprüngliche Erde sey, 301
Von der Veränderung, die ein langanhaltendes Feuer in der magnetischen Kraft eines Körpers hervorbringt, 306
Von der doppelten Erscheinung der Gegenstände, wenn man sie durch Edelsteine ansieht, 307

Philo=

Philosophische Versuche
über die
magnetische Materie,
und deren Wirkung
in Eisen und Magnet.

Einleitung.

Es ist ein Vorzug unsers Zeitalters, daß wir die erdichteten Meynungen unserer Voraltern, von den Ursachen fast aller, auch sogar der gewöhnlichsten natürlichen Wirkungen, verlassen, und tiefer in das Innere der Natur einzudringen uns bestrebt haben, wodurch wir auf die beste Art in den Stand gesezt worden sind, sehr viel Erscheinungen genau zu erklären. Denn anstatt daß die ältern Naturforscher von den meisten natürlichen Erfolgen entweder gar keine, oder nur zweifelhafte Ursachen angeben konnten, sind wir vermögend, uns von den Wirkungen der Natur sehr oft richtige Begriffe zu machen. Die-

sen

sen Vortheil haben wir vorzüglich den Erfahrungen, die von dem großen Baco so sehr empfohlen, und von den Neuern wirklich gemacht worden sind, und den daraus vorsichtig hergeleiteten Folgerungen, zu verdanken; denn die Versuche, die man zu wiederholten Malen, und unter verschiednen Umständen, über einen und denselben Gegenstand angestellt hat, geben uns endlich die wahre Beschaffenheit der Ursache, welche die beobachteten Wirkungen veranlast hat, zu erkennen.

Es sind bereits überflüßig viel Erfahrungen gemacht worden, und es ist eben nicht schwer, ihre Anzahl zu vermehren: allein man muß bedauern, daß nur wenig Theorien auf dieselben gebauet worden sind. Dieser Umstand ist daran Schuld, daß wir in unzähligen Fällen unsere Unwissenheit bekennen, und zufrieden seyn müssen, daß wir nur von wenig Erscheinungen die Ursachen angeben können.

Die Wirkungen des Magnets haben von jeher die Aufmerksamkeit der Menschen auf sich gezogen, und sie haben dieselbe auch in der That um so mehr verdient, je gewisser es ist, daß nie ein Stein gefunden worden, der dem menschlichen Geschlechte mehr Nutzen verschaft hätte. Indes darf man doch nicht zweifeln, daß vielmehr die besondern Erscheinungen, als die Vortheile, die er verschaft, die erste Ursache gewesen sind, den Magnet zu bewundern, und ihn berühmt zu machen. Da aber der menschliche Geist immer

vom

vom Nahen auf das Entferntere schließen muß, und die magnetischen Erscheinungen mit keinen andern bekannten einige Aehnlichkeit zeigten; so gaben die Menschen diese Untersuchung völlig auf, und bemühten sich keineswegs, neue Beobachtungen über diesen Gegenstand anzustellen. Allein in der Folge brachte der Aberglaube, mit der Unwissenheit verbunden, solche wunderliche Systeme hervor, daß man in der That zweifeln mußte, ob man mehr die Eigenschaften des Magnets, oder die Fehlschlüsse des menschlichen Geistes bewundern sollte.

Allein in den neuern Zeiten haben verschiedne gelehrte und scharfsinnige Männer, von einem wahren Erforschungsgeiste getrieben, mit mehrerem Glück über ihre angestellten Erfahrungen nachgedacht, richtige Schlüsse daraus hergeleitet, und in kurzer Zeit ihre Vorgänger, in dieser Rücksicht, weit übertroffen. Und es ist höchst wahrscheinlich, daß, wenn die Liebe zu den Versuchen nicht vermindert wird, wir, mit der Zeit, eine vollständige Theorie des Magnetismus zu erlangen, hoffen können.

Da ich nun durch meine Bemühungen, in Ansehung dieses Gegenstandes, einige Dunkelheiten aufgeheitert zu haben glaube, so entschloß ich mich, meine Gedanken dem Urtheile der Gelehrten in diesem Werke vorzulegen, und ich schmeichle mir, einiges Licht über diese schwere und verwickelte Materie verbreitet zu haben. Da es aber meine Absicht nicht ist, ein vollständiges System

auszuarbeiten, sondern nur einiges aus der Lehre vom Magnetismus deutlich zu machen; so hab' ich sorgfältig vermieden, die Beobachtungen und Versuche andrer Naturforscher, deren Erzählung leicht ein ganzes Buch anfüllen könnte, anzuführen, zumal da der berühmte Peter van Muschenbroeck dies alles gesammlet, aufs neue geprüft, und mit unglaublicher Mühe zusammen getragen hat, so daß seine Arbeit denen, die ein System aufführen wollen, sehr nutzbar seyn wird. Was die Folgerungen, die dieser Mann aus seinen Schlüssen hergeleitet hat, anbelangt, so bin ich einigemal von ihm abgegangen; allein in Rücksicht auf die Versuche, die er entweder selbst zuerst angestellt, oder wiederholt hat, muß ich gestehen, daß ich überall eine unnachahmliche Aufmerksamkeit, Sorgfalt und Genauigkeit dieses treflichen Naturforschers gewahr geworden bin.

Erster Satz.

Es giebt eine magnetische Materie.

Dieser Satz dürfte jezt fast als unzweifelhaft angenommen werden, da man bey den vielen Versuchen, die in unsern Zeiten über den Magnetismus angestellt worden sind, kaum erwarten kann, daß irgend Jemand so von Vorurtheilen verblendet seyn sollte, daß er in diesem Falle die Wirkung einer feinen Materie verkennen könnte. Denn sollte wohl ein Mensch, der die

die von selbst erfolgende Annäherung des Magnets zu einem über 20 und mehr Fuß entfernten Eisen, oder andern Magnet, bemerkt; oder die regelmäßig, und nach einem besondren Gesetze geordneten Reihen der krummen Linien, welche die auf einer Glasplatte über den Magnet gestreuten Eisenfeilspäne zeigen, gewahr wird; oder der endlich die beständige Abstoßung der gleichnamigen Pole, und unzählige andre ähnliche Erscheinungen siehet, sollte wohl dieser, sag' ich, behaupten, daß dies alles ohne die Wirkung einer Flüßigkeit, die den Magnet immer umgiebt und durchdringt, geschehen könne?

Da alle diese Erscheinungen sattsam bekannt sind, und leicht von einem jeden Neugierigen geprüft werden können, so wird es genug seyn, eine einzige Beobachtung anzuführen, wodurch vielleicht die magnetische Materie weit sinnlicher, als durch die bis jezt angestellten Versuche, gemacht werden kann. Man kehre zwey aber hinlänglich große Magnete mit den freundschaftlichen Polen gegen einander, und bewege sie zwischen zwey oder drey Linien hin und her; so wird man eine Wirkung, und einen besondren Druck empfinden, den ein jeder, der nur mechanisch zu philosophiren gelernt hat, für die Wirkung einer feinen Materie erkennen muß.

Indes, dieser Erfahrung ohngeachtet, giebt es doch einige sonst berühmte Männer, die diesen eben erwähnten Erfolg, und andre ähnliche Erscheinungen, keineswegeges von einer feinen Materie

rie herleiten. Allein jene Erklärung ist unzweifelhaft, da diese Beobachter selbst zugeben müssen, daß verschiedne magnetische Erscheinungen vorkommen, die sie aus der anziehenden Kraft, zu welcher sie in unzähligen Fällen ihre Zuflucht nehmen, nicht erläutern zu können, gestehen; hierher gehören die vielfache, und plötzliche Erzeugung des Magnetismus, und die wunderbare Zunahme desselben; ferner die Abnahme und gänzliche Vertilgung, als bey welchen Veränderungen, die man alle an einem Stück Eisen hervorbringen kann, die Masse immer dieselbe bleibt, die sie vorher war, und bey welcher also auch die anziehende Kraft immer unverändert hätte bleiben müssen.

Sonderbar aber muß es allerdings scheinen, daß, da diese Naturforscher eine innerliche Ursache im Eisen und Magnet, um diese Erscheinungen daraus zu erklären, für unzulänglich halten, sie gleichwohl eine jede äusserliche bestreiten, und nicht überlegen, daß es abgeschmackt, unnütz, ja unmöglich sey, zwischen beyden ein natürliches Mittel suchen zu wollen.

Anmerkung. Newton scheint ebenfalls geglaubt zu haben, daß man nicht nur die magnetischen, sondern auch alle andere Anziehungen der Wirkung einer feinen Materie zuschreiben müsse *). Welche Mey=

*) Man sehe unter andern dessen Princip. Philos. Nat. Def. VIII. ferner Sect. IX. vom Anfang; Anmerkung zum 69. Satz, auch Optic. Lib. III. Quaest. 31.

Meynung aber in der Folge in Holland sehr viele Veränderungen erlitten hat. Ich will nicht weitläuftiger von einer so sehr bestrittenen Sache reden. Selbst Musschenbroeck erkannte unüberwindliche Schwierigkeiten bey dem System der eigentlich sogenannten anziehenden Kraft. (S. dessen Abhandlung vom Magnet). Wer mehr davon zu wissen verlangt, schlage die Schriften der Herren Jakob und Daniel Bernoulli, Euler und andrer großen Gelehrten unsers Zeitalters nach, zu welchen auch Engelhard (in den Anmerkungen zu Musschenbroecks Naturlehre) und Holmann (in dem 4. Theile der göttingischen Kommentarien) gehören, die diese Meynung des Herrn van Musschenbroeck gründlich widerlegt haben.

Zweyter Satz.

Die magnetische Materie ist von Natur in allem Eisen enthalten.

Diese Wahrheit, über welche Reaumür eine vortrefliche Abhandlung in den Gedenkschriften der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Paris auf das Jahr 1723 hat einrücken lassen, lehren die vielen Arten, wie die magnetische Materie in Eisen und Stahl in Wirksamkeit gesezt werden kann: z. B. durch Schläge mit dem Hammer, durch Reiben, Feilen, Glätten, Boren u. s. w. die Musschenbroeck alle kürz-

lich erzählt hat *). Ob ich also schon der Mühe, diese verschiednen Methoden anzuführen, überhoben seyn könnte, so will ich doch einige derselben, die mir meine eigne Erfahrung gelehrt hat, erwähnen.

Erster Versuch.

1) Ein eiserner spitziger, neun Zoll langer Drath, der eine Linie im Durchmesser hatte, ward mit dem einen Ende einigemal auf den gedielten Boden der Stube geworfen; als man ihn hierauf untersuchte, so fand man, daß dieses Ende zu einem Nordpol geworden war.

2) Ein dem vorigen ähnlicher Drath ward in die Höhe gerichtet, und einigemal gegen eine hölzerne Wand gestoßen; hierdurch erlangte das eine Ende die Eigenschaft des Südpols eines Magnets.

3) Wenn ein stärkerer Drath in einer horizontalen Fläche gegen etwas gestoßen wurde, und zwar in der Aequaterfläche der Magnetnadel, so bemerkte man keine Spuren eines Pols, welches in jedem andern Falle geschahe.

Was sich in diesen Versuchen auf die Pole bezieht, hängt ganz von der Lage ab. Wie man aber, wenn diese gegeben worden, den Pol, der hervorgebracht werden wird, bestimmen könne, will ich in der Folge zeigen.

Zwey-

*) Introductio ad Philos. natur. Seite 333.

Zweyter Versuch.

Es ist nicht nothwendig, daß, wenn man die magnetische Materie durch Reiben hervorbringen will, man sich beständig eines eisernen Instruments zu diesem Endzweck bediene. Man lege einen eisernen Drath zwischen zwey polirte Marmorplatten, und ziehe ihn dann, mit einiger Gewalt, mitten aus den Platten heraus; geht die Richtung, in der er heraus gezogen wird, in die Höhe, so wird das zulezt herausgezogne Ende der Nordpol, geht sie in die Tiefe, der Südpol seyn; wird er aber in einer horizontalen Richtung herausgezogen, so wird er kaum einige magnetische Kraft zeigen. Bedient man sich, statt der marmornen, andrer Platten, z. B. von hartem Holze, so werden bey den Versuchen immer die nämlichen Erfolge statt finden. **Mußschenbroeck** hätte also nicht behaupten sollen, daß das **Eisen** mit **Eisen**, und mit keinem andern **Körper** gestrichen werden müsse *).

Dies stimmt vortreflich mit dem überein, was **Reaumür** ehedem an einigen eisernen Instrumenten bemerkt hat, als welche nämlich, ob sie gleich nie Eisen oder Stahl berührt hatten, sondern nur Holz oder harte Steine zu durchboren, und zu zerschneiden, angewendet worden waren, einige magnetische Kraft erlangt hatten, doch war diese weit geringer, als in dem Falle, wenn sie wirklich Eisen berührt hatten. Eine Behaup-

*) Introductio ad Philos. natur. Seite 343.

tung, die durch meine Versuche vortreflich bestätigt worden ist.

Dritter Versuch.

Ich rieb einen eisernen, nicht magnetischen Drath, der dem, beym ersten Versuch angewendeten, ähnlich und senkrecht gestellt war, einigemal nach oben zu, mit einem, zwey Fuß langen, viereckichten eisernen Stab, dessen Seiten nicht über einen Zoll breit waren, und der ebenfalls keine magnetischen Kräfte besaß; das Ende, wo ich zu reiben angefangen hatte, zeigte den Nordpol, das andre den Südpol. Wenn ich aber nach unten zu mit dem Stabe rieb, so zeigten sich die Pole in verkehrter Ordnung. Hieraus erkannte ich, daß das Gesetz irrig sey, welches von einigen als allgemein angegeben worden ist, daß nämlich **beständig an dem Ende, wo man mit dem eisernen unmagnetischen Stabe zu reiben anfieng, der Nordpol, am andern, wo man aufhörte, der Südpol zum Vorschein käme.** Man sehe weiter unten den 29. Saz.

Niemals aber konnte ich, weder durch Reiben, noch durch Schläge mit dem Hammer, noch durch eine andre Bewegung, einen einzelnen Pol hervorbringen. Sobald als der eine Pol gebildet war, zeigten sich auch beständig einige Kennzeichen des andern entgegengesezten. Was aber von diesem künstlichen Magnetismus gilt, past

auch

auch nicht weniger auf den natürlichen; denn die Kunst widerstrebt der Natur keinesweges, sondern sie kommt vielmehr ihren Wirkungen zu Hülfe. Ausser eisernen Stäben, die auf einer horizontalen Fläche lange senkrecht aufgerichtet gestanden hatten, hab' ich auch mit verschiednen Dräthen, die viele Fuß lang, und in Kreisen gewunden waren, Versuche angestellt, die durch die Länge der Zeit, an dem einen Ende einen Pol erlangt hatten, aber immer hab' ich beobachtet, daß sich am andern Ende der entgegengesezte Pol zeigte. (In Rücksicht auf die Benennung der Pole, folg' ich den meisten andern Schriftstellern, und verstehe also unter dem **Nordpol** den, der sich nach Mitternacht, unter dem **Südpol** aber den, der sich nach Mittag wendet.)

Da es also durch so viel Erfahrungen gewiß ist, daß die magnetische Materie durch jede innere Erschütterung der Eisentheilchen erweckt werden kann; so behauptet man in der That nicht ohne Grund, daß das Eisen schon vorher mit dieser Flüßigkeit versehen gewesen ist. Denn diese flüßige Materie ist entweder in dem Eisen verborgen, oder sie ist ausser demselben befindlich, und kann durch Reiben, oder durch eine andre Bewegung hinein gebracht werden.

Die lezte Meynung ist mir nicht wahrscheinlich, da es durch die Erfahrung ausgemacht ist, daß ein Magnet, ohne Verminderung, wenigstens ohne merkbare Abnahme seiner Kräfte, einer großen Menge Eisen ähnliche magnetische

Kräfte mittheilen kann. Denn die Kraft des Magnets, mit dem man das Eisen reibt, müste sich verringern, wenn die Flüßigkeit wirklich aus ihm in das Eisen überginge, wie man leicht einsieht. Indeß, da man behaupten könnte, daß die allgemeine magnetische Flüßigkeit der Erde jenen Abgang ersezte, so würde es, um diese Sache ganz gewiß zu machen, vortheilhaft seyn, wenn man diese Beobachtung, an mehreren Orten der Erde, z. B. in der Nähe des magnetischen Aequators und der Pole, anstellte. Denn wenn die Kräfte des Magnets, der bereits eine beträchtliche Menge Eisen, mit magnetischer Materie angefüllt hätte, keine Verminderung erlitten, der Erdmagnetismus mag seine Wirkung in das Eisen verändern, wie er will, so würde dies ein gewisses Zeichen seyn, daß dieser zur Erhaltung der Kräfte des Magnets nichts beygetragen hätte.

Unterdessen ist es bey meinem System nicht nöthig, auf den Erfolg dieser Beobachtung zu warten; denn ich habe im elften Satz hinlänglich erwiesen, daß jeder Pol von einer besondern magnetischen Flüßigkeit umgeben sey, welche untereinander verschieden sind, und daß man also, wenn ein Magnet mit einem Pole, z. B. mit dem nördlichen, an das Eisen gebracht wird, nicht eigentlich sagen könne, daß seine Materie in dasselbe übergehe, weil sich am Berührungspunkte nicht der südliche, sondern der nördliche Pol zeigen müste, welches doch nicht geschieht.

Ich

Ich behaupte also mit andern berühmten Männern, daß alles Eisen von Natur mit magnetischer Materie gesättigt ist, und daß diese so davon angezogen wird, daß sie keine menschliche Kunst, so lange das Eisen wirklich Eisen bleibt, davon trennen kann, wie unter andern Muſschenbroeck in der Abhandlung vom Magnet vortreflich gezeigt hat. *) In dieser Rücksicht wird also gewiß nichts vom Eisen behauptet, was nicht

*) Es ist nur ein einziger Fall, den man ausnehmen muß, wenn nämlich das Eisen im Feuer weis glüht; denn alsdann verschwindet dessen magnetische Kraft gänzlich, ob dies schon Muſschenbroeck †) leugnet, und vielmehr aus seinen Versuchen schliest, daß das glühende Eisen allerdings in die Magnetnadel wirke. — Aber dieser Naturforscher hat die Versuche mit dem glühenden Eisen, nachdem es aus dem Feuer genommen worden war, angestellt; denn alsdann ist es nicht zu leugnen, daß es, auch nach dem kürzesten Zeitraum, eine Verwandschaft gegen die Magnetnadel äußere. — Wenn man hinlänglich genau verfahren will, so muß man das Eisen im Feuer selbst untersuchen, wenn z. B. eine Nadel, die man in den Schmelztiegel geworfen hat, zugleich mit jenem in dem Feuer glüht. Denn nun wird sie von einem starken, an das Eisen gehaltnen, Magnet weder angezogen, noch im geringsten bewegt.

Es ist zwar wahr, daß, wenn man einen magnetischen Stab in glühende Eisenfeilspäne legt, sich einige derselben daran hängen; allein dies kömmt, glaub' ich, davon her, daß der Magnet die Eisentheilgen abkühlt.

*) Differt. de Magnete, Seite 254.

nicht unter ähnlichen Umständen bey andern Körpern beobachtet wird. Das Licht z. B. befindet sich in vielen Körpern in einer solchen Menge, daß sie selbst bey Nacht leuchten; die elektrische Flüssigkeit wird, den franklinschen Versuchen zufolge, mit solcher Kraft vom Glase angezogen und eingeschluckt, daß sie auf keine Weise davon getrennt werden kann. — Was für eine große Menge Luft und Feuer befindet sich nicht zwischen den übrigen Körpern, und verhält sich darinn ganz ruhig? — Die dichten Körper sind also gleichsam den Schwämmen ähnlich, und ziehen viele feine Flüßigkeiten so stark in sich, daß sie sie, ohne ihre gänzliche Zerstöhrung, insgemein nicht von sich lassen. Vielleicht tragen einige von diesen zur Natur und zum Wesen jener Körper mit bey.

Was aber hier vom Eisen behauptet wird, gilt gleichfalls von jedem Magnet, da in der That das Eisen nichts anders ist, als ein schwacher Magnet. Allein, ob der Magnet und das Eisen gleich am stärksten in jene Flüßigkeit, die von Natur in bestimmter Menge in ihnen enthalten ist, wirken, so ziehen sie doch auch die flüßige Materie, die jeden einzelnen Magnet umgiebt, in dessen Nähe sie gebracht werden, sehr stark an, wie ich gleich zeigen werde.

Dritter Satz.

Das Eisen gleicht, in Rücksicht auf die magnetische Flüßigkeit, die den Pol eines jeden Magnets umgiebt, einem Schwamme, in so ferne es nämlich dessen Wirkung aufnimmt, und durch seine ganze Masse vertheilt, so lange es den Pol des Magnets berührt, oder in seiner Atmosphäre bleibt.

Die Naturforscher, welche die magnetischen Erscheinungen aus der Wirkung einer feinen Materie erklärten, haben lange über die Art gestritten, wie diese Flüßigkeit in das Eisen und den Magnet wirke. So nahm man z. B. ehedem die Hypothese an, daß die magnetische Materie sich leichter durch den Magnet und das Eisen, als durch die Luft, bewege, und daher, wenn sie aus dem Magnet in die Luft, ströhmt, von dieser zurückgestossen werde, und dadurch zu dem Magnet zurück gehe. Hierher kämen, sagten die Vertheidiger dieser Meynung, die Wirbel, deren Durchschnitte uns die Feilspäne, die auf ein Glas über dem Magnet gestreut würden, zeigten. Diese Hypothese, der die kartesianische Schule sehr günstig war, ward in kurzer Zeit verworfen, so bald man sahe, daß in dem boyleischen leerem Raum die magnetischen Erscheinungen so wohl, als auch jene sonderbaren Wirbel unverändert blieben: denn auf diese Art ward man überzeugt,

zeugt, daß bey der Erklärung dieser Phänomene die Luft nicht in Betracht kommen dürfe. — Wer mehr hiervon zu wissen verlangt, der kann die Schriften eines Wolf *) und Musschenbroeck **), (welcher leztere zugleich den Zweifel angeführt hat, der bey dem Versuche im boyleischen Raum entstehen zu können scheint), mit Nutzen nachlesen. Man vergleiche hiermit meinen 22sten Versuch.

Da man diese Hypothese verlassen hatte, fieng man an, eine derselben ganz entgegengesezte Meynung zu vertheidigen; man glaubte nämlich, das Eisen hindere die magnetische Materie an ihrem Durchgang. Monnier †) hat sich vorzüglich bemüht, diese Hypothese mit neuen Versuchen zu bestätigen, die darauf abzweckten, zu beweisen, daß die magnetischen Erscheinungen entweder ohne die Wirkungen irgend einer Flüßigkeit anzunehmen, oder von einem verhinderten Durchgang derselben erklärt werden könnten, so wie kurze Zeit vorher du Fay ††), der dem kartesianischen System anhieng, versucht hatte, jene Erfolge, aus einer leichtern Bewegung der magnetischen Materie durch das Eisen und den Magnet zu erklären. Ich will hier die Versuche, durch die er seine Meynung wahrscheinlich machen wollte, kürzlich anführen. 1) Man

*) Naturlehre, 3. Theil. Abschnitt vom Magnet.
**) Dissertat. de Magnete.
†) Gedenkschriften der königl. Akad. zu Paris, 1733.
††) Gedenkschriften der königl. Akad. zu Paris, 1730.

1) Man bemerkt bey den Feilspänen auf einem Eisenbleche, unter welchem ein Magnet liegt, entweder gar keine, oder nur sehr unvollkommene krumme Linien, die man alsbald vollendet erblickt, wenn man Glasplatten, Blätter Pappier, oder andre ähnlich gestaltete Körper, nur keine eisernen, hierzu anwendet.

2) Ein Magnet, der einen viermal schwerern Körper, als er selbst wog, trug, und in einer Entfernung von zwanzig Zollen in eine Magnetnadel wirkte, brachte sie, in einer Entfernung von drey Zoll, wenn man drey gegoßne Eisenplatten von ziemlicher Dicke dazwischen sezte, kaum aus ihrer Lage. Einen ähnlichen Versuch hatte schon des Cartes gemacht.

Auch ich habe diesen Versuch, und nicht ohne Erfolg, gemacht; ich schloß aber bald, daß, wenn man das Eisen nicht nach der Breite, wie diese Männer gethan zu haben scheinen, sondern nach der Länge an den Pol des Magnets brächte, wegen vermehrten Widerstand, die Wirkung des Magnets in die Nadel noch schwächer werden würde. Allein ich bewunderte den Erfolg, da ich sahe, daß soviel daran fehlte, daß die Wirkung des Magnets auf die Nadel verringert würde, daß sie sich vielmehr auf eine viel größere Weite erstreckte, als wenn man kein Eisen dazwischen gelegt hätte. Der unerwartete Ausgang dieses zu verschiednen Zeiten, und unter mancherley Umständen wiederholten Versuchs, machte mir Monniers Hypothese bald verdächtig; und nun, da ich

viele neue Versuche in dieser Rücksicht angestellt habe, bin ich ganz überzeugt, daß sie nicht bestehen kann, und ich war daher genöthigt, eine neue Meynung zu erfinden, die ich bald mit Versuchen bestätigen will.

Da ich nun alle Umstände wohl überlegt, und einigemal aufs neue durchdacht habe, so halt ich dafür, daß man das Eisen in Ansehung der feinen Materie, die den Pol eines nahen Magnets umgiebt, als einen Schwamm betrachten müsse, in wie ferne es nämlich die Wirkung derselben aufnimmt, und durch seine ganze Masse vertheilt. So glaub' ich wenigstens aus den Erscheinungen schliessen zu müssen, die ich erst meinen Lesern bekannt machen, und sie dann genauer untersuchen werde.

Vierter Versuch.

Ich entfernte den Magnet SN (Taf. 1. Fig. 1) und das eiserne acht Zoll lange, und einen Zoll breite Parallelepipedum NC von der Magnetnadel *sn*, die zwar von diesen bewegt wurde, aber doch nach einigen Schwanken ruhte. Hierauf bewegte ich das Eisen NC, an den Nordpol N des Magnets NS, ohne jedoch beyder Entfernung von der Nadel zu verändern; alsbald näherte sich der Südpol der Nadel *s*, der Nordpol *n* entfernte sich, und die Nadel ruhte in der Stellung *αβ*. Drehete ich den Magnet um, und brachte NC an den Südpol S, so geschahe das Gegentheil und die Nadel kam in die Stellung *ab*.

Die

Die magnetische Materie, deren Richtung sich um beyde Pole in divergirenden krummen Linien ausbreitet, wird vom Eisen N C aufgenommen, etwas verdichtet, und ihre Wirkung durch das ganze Parallelepipedum vertheilt. Sie wird sich also weiter verbreiten, zur Nadel kommen, und sie aus ihrer Lage bringen können.

Fünfter Versuch.

Wenn alles wie im vorigen Versuche geblieben ist, so drehe man das Eisen N C um den Pol N, wie um einen Mittelpunkt, und man wird die vergrößerte Abweichung erst abnehmen, und hernach verschwinden sehen, indem die Nadel wieder in die Lage tritt, in der sie vor der Annäherung des Eisens war; endlich aber wenn man die Neigung des Eisens N C zu N S immer vergrösſert, wird selbst die Abweichung der Nadel geringer werden, als sie vorher war, da der blosse Magnet in sie wirkte, und das Eisen N C entfernt war. Dieser Versuch beweist, wie ich glaube, deutlich, daß die magnetische Materie vom Eisen angezogen werde, der Richtung desselben folge, und daher von dem Pole entfernt werde, wenn sich das Eisen gegen den Magnet neigt und von der Nadel weggekehrt wird.

Sechster Versuch.

Als ich statt des Eisens N C größere Stäbe anwendete, deren Seiten einen Zoll breit, und

zwey bis fünf Fuß lang waren, so beobachtete ich einen viel merkwürdigern Erfolg. Einen Magnet, der in der Entfernung von acht Fuß leicht in die Nadel wirkte, entfernte ich nur einen halben Fuß von ihr, damit sich die Wirkung desto stärker äussern möchte. Als ich hernach die Stäbe mit ihren Enden an den Punkt N brachte und sie so lange drehete, bis sie ganz auf dem Magnet lagen, so bemerkte ich, daß alle Materie nach und nach vom Pol abgeführt wurde, so daß die Nadel in der Lage ruhete, die sie, wenn der Magnet und das Eisen entfernt waren, von selbst annahm.

Es ist aber nicht nöthig, daß man, wenn die magnetische Materie gar keine Wirkung hervorbringen soll, die Stäbe um den Punkt N drehe; man darf sie nur auf den Magnet legen, und der Versuch wird den nämlichen Erfolg haben.

Ich zweifle nicht, daß in einer geringern Entfernung, als von einem halben Fuß, alle magnetische Materie weggeführt werden würde, wenn man ihr den Durchgang durch die Seiten des Stabes verhindern könnte.

Siebenter Versuch.

Daß aber die Magnete, je stärker sie sind, auch mit desto größerer Gewalt die magnetische Materie durchlassen; oder, welches eben so viel ist, daß die Wirkung des Eisens, in der Einsaugung und Abführung dieser Materie, desto stärker

ker sey, wenn ein schwacher, als wenn ein wirksamerer Magnet angewendet wird, erhellt aus den folgenden beyden Versuchen.

Einen starken Magnet M entfernte ich von der Nadel AB (Taf. 1. Fig. 2.), so daß er sie aus ihrer natürlichen Lage, durch einen nicht gar zu großen Bogen etwa von 20 Graden, verrückte; hernach brachte ich einen viereckigen eisernen Stab TV, dessen Seiten einen Zoll breit, und $5\frac{1}{2}$ Fuß lang waren, an den Pol des Magnets, so daß in diesem Fall TM=MV war, worauf die Nadel sogleich auf 14 Grad zurückgieng, so daß sie, wegen des Stabs TV, durch einen Bogen von 6 Grad zu ihrer natürlichen Lage zurückgegangen war.

Achter Versuch.

Der Magnet, den ich im vorigen Versuch angewendet hatte, war sehr stark, und aus dem besten Stahl, nach der kantonschen Vorschrift, verfertigt, und trug an einem einzelnen Pole über 18 Unzen. Zu diesem aber wendete ich einen schwächern an, der die Nadel nur in einer Entfernung von 6 Zoll, durch einen Bogen von 20 Grad, aus ihrer Lage brachte. So wie ich den Stab TV wie oben dazwischen legte, gieng die Nadel, bis auf eine Entfernung von acht Grad, von ihrer natürlichen Stellung zurück. Daß also das Eisen, in diesem Fall, die magnetische Materie verschluckte, welche die Nadel durch ganze

zwölf Grad bewegen konnte; eine Wirkung, die augenscheinlich größer ist, als die im vorhergehenden Falle, da die vom Eisen weggeführte Materie nur zureichte, die Nadel durch einen Bogen zu bewegen, der nur halb so groß war, als jener.

Neunter Versuch.

Statt des zum siebenten Versuche angewendeten Eisens TV brauchte ich nun ein kürzeres, das nur zwey Fuß lang, übrigens aber von eben der Figur und Dicke war, als jenes, und da ich eben so, wie oben, verfuhr gieng die Nadel nur um 2 Grad zurück, so daß sie in einer Entfernung von 18 Grad von ihrer natürlichen Lage stille stand.

Dieser Versuch lehrte, wie man auch allerdings erwarten konnte, daß die Wirkung des Eisens, in die magnetische Materie, nicht bloß von der Dicke, sondern von der ganzen Masse abhänge. Denn wie ein Schwamm das Wasser durch seine ganze Masse vertheilt, und desto mehr aufnimmt, je größer er ist; so scheint auch das Eisen, je schwerer und größer es ist, eine desto größere Menge magnetische Flüßigkeit anzuziehen und abzuführen, als ein andres Stück, dessen Gewicht geringer ist. Damit aber diese Erscheinung, nämlich die Vertheilung der magnetischen Flüßigkeit durch die ganze Masse des Eisens, noch deutlicher werde, und damit man sehe, was mit der Materie, die wegen des dazwischen gelegten Eisens

sens nicht zur Nadel gelangen kann, vorgehe, so will ich noch folgenden Versuch erzählen.

Zehenter Versuch.

An die Enden T und V (Taf. 1. Fig. 3.) der nur gedachten eisernen Stange, sezte ich zwey Magnetnadeln, an welchen N und *n* die nördlichen, S und *s* aber die südlichen Pole waren. Wenn ich nun den Nordpol des Magnets M an TV brachte, so zeigte sich alsbald seine Kraft durch die ganze Stange, an den Enden und Seiten, welches deutlich aus der Entfernung der Nordpole und Annäherung der Südpole der Magnetnadeln erhellte.

Die Kräfte vertheilen sich aber nicht gleichmäßig durch die ganze Masse; denn eine Nadel, die an der Stange hinbewegt wurde, ward immer stärker angezogen, je näher sie an den Berührungspunkt kam. Welcher Erfolg aber statt finde, wenn der Magnet vom Eisen entfernt worden, will ich hernach sagen.

Unterdessen verdient hier noch der Irthum des oben angeführten Monniers bemerkt zu werden *). Er behauptet, die magnetische Materie, die ein auf den Pol des Magnets gelegtes Eisenblech nicht durchdringt, könne gleichfalls durch die Seiten desselben nicht herausgehen. Es

 scheint

*) Gedenkschriften der königl. Akad. zu Paris, 1733.

scheint aber, dieser Gelehrte habe seine Versuche nicht mit hinlänglicher Sorgfalt angestellt: denn sonst kann man nicht zweifeln, daß er nicht seinen Irthum von selbst eingesehen haben sollte. Ich habe mehrere Bleche, von verschiedener Größe und Dicke, auch manchmal Sägen, nach und nach an den Pol des Magnets gebracht, und immer bemerkt, daß sich die magnetische Materie durch die ganze Masse vertheilte, so daß kleine Nähnadeln, wo ich sie nur an die Seiten der Bleche brachte, von ihnen angezogen wurden. Zwar ist es gewiß, daß, wenn man sehr dicke Platten zu diesem Versuch anwendet, die vertheilten Kräfte, gegen die Seiten zu, die von dem Magnet sehr entfernt sind, geschwächt werden müssen, doch bin ich überzeugt, daß beständig noch etwas Kraft übrig bleiben werde.

Elfter Versuch.

Es läßt sich aber nicht beschreiben, wie viel bey diesem allen auf die Lage des Magnets ankömmt, in Rücksicht auf das Eisen, dem er aufgelegt oder angebracht wird. Unter gleichen Umständen, wie oben, verrückte der Magnet, der senkrecht an die Stange TV gebracht war, die Nadel um 22 Grad aus ihrer natürlichen Lage. Neigte sich aber der Magnet gegen TV, so gieng die Nadel nach und nach zurück, und zwar so, daß, wenn er mit TV parallel, das ist, nach der Länge, an der Stange hieng, die Nadel nur 5

Grad

Grad von ihrer natürlichen Lage abwich. Es zeigte sich aber kein Unterschied, ob ich den Magnet nach T oder nach V neigte.

Zwölfter Versuch.

Bey den eben erzählten Beobachtungen zeigte sich von selbst ein passendes Mittel, wodurch sich die Wirkung der magnetischen Materie auf eine viel größere Ferne, als bisher bekannt gewesen, fortpflanzen ließ.

1) TV war eine eiserne zylindrische Stange (Taf. 1. Fig. 4.) deren Durchmesser ein Zoll und die Länge zwey Fuß war. Neben dem einen Ende T war der Magnet NS, neben dem andern die Magnetnadel *sn* gestellt, die nach einigem Schwanken ruhete. Als hierauf die Pole des Magnets SN nach einander an das Ende T gebracht wurden, so verrückte sich alsbald die Nadel, und der Pol näherte sich der Stange, der mit dem an T freundschaftlich war. **Musschenbroeck** hat zwar schon diesen Versuch erwähnt*), doch bekenne ich aufrichtig, daß ich lange vorher, ehe die lezte Ausgabe seines Werkes heraus kam, diesen Erfolg beobachtet, und einigen Freunden und Zuhörern in meinen Vorlesungen gezeigt habe, um die Meynung derer zu widerlegen, die behauptet haben, daß das Eisen von der magneti-

*) Introductio ad Philos. natural. Seite 343.

schen Materie nicht so leicht, als andre Körper, durchdrungen werde; denn jene Meynung kann mit dieser Erfahrung nicht bestehen, und wenn sie wahr wäre, so hätte die Materie, die um den einen oder den andern Pol schwebt, von dem Eisen TV abgestoßen werden müssen, und dasselbe schlechterdings nicht durchdringen können. Wie sehr ist aber nicht dieser, und die übrigen Versuche, die ich erzählt habe, meinem Grundsatz angemessen, in welchem ich das Eisen, in Rücksicht der magnetischen Materie, für einen Schwamm halte, der diese einsaugt, anzieht, und überall hin bringt.

2) Statt TV brauchte ich andre, 3, 4, und 6 Fuß lange Stäbe, und beobachtete dennoch immer einen gleichen Erfolg. Die einzige Verschiedenheit wurde darinnen beobachtet, daß die Nadel *sn*, bey längern Stangen, nicht so leicht verrückt wurde. Wenn aber die gleichnamigen Pole mehrerer Magnete an ein Ende gebracht wurden, so erhielt die Stange immer eine größere Menge Flüßigkeit, und daher zeigte sich auch immer eine grössere Wirkung in die Nadel. Muschenbroeck scheint diesen Versuch nicht angestellt zu haben, da er behauptet, daß die magnetische Kraft nicht durch eine sechs Fuß lange Stange gehe *), es müste denn die Stange, die er gebraucht hat, magnetisch gewesen seyn, oder eine zu grosse Schwere gehabt haben, oder endlich der Mag-

*) Introd. ad Philos. natur. am angef. Orte.

Magnet nicht mit den nöthigen Kräften versehen gewesen seyn; denn in diesen Fällen hat der Versuch keinen glücklichen Erfolg.

3) Endlich machte ich aus vielen eisernen Stäben, die ich bey der Hand hatte, und deren Seiten einen Zoll breit waren, einen einzigen, über zehn Fuß langen, Stab, und bemerkte, nicht ohne Verwunderung, daß die magnetische Materie diese ganze Masse durchdrang. Damit ich aber gewiß würde, ob die Wirkung dieser feinen Materie auf jede unbestimmte Entfernung fortgepflanzt werden könne, so versuchte ich eine viereckige, über zwanzig Fuß lange, Stange, und beobachtete, daß der Magnet SN an dem einen Ende kaum auf die Nadel an dem andern wirkte; woraus man schliessen kann, daß in einer größern Entfernung alle Wirkung verschwindet. Wenn aber der Magnet nicht an das Ende, sondern an die Mitte dieser größern Stange gebracht wurde, so bewegten sich alsbald die Nadeln, die an die beyden Enden des Stabes gesezt worden waren. *)

*) Mußchenbroeck scheint sich eines schwachen Magnets bedient zu haben, wenn er (am angef. Ort) behauptet, die magnetische Materie könne nicht durch eine sechs Fuß lange Stange dringen. — Was er ferner hinzusezt von der magnetischen Materie, die nicht durch drey Eisenstücken, die 50 ℔ schwer sind, gehen soll: wie auch von der Zeit, welche die magnetische Kraft braucht, um größere Eisenmassen zu durchdringen, dürfte wohl schwerlich durch die Versuche eines sehr genauen

Dreyzehnter Versuch.

Wenn man von den eisernen Stäben, (von welchen ich im zwölften Versuch geredet habe), MO, OT, TS, (Taf. 1. Fig. 5). die mit den Enden aneinander gesezt waren, und durch welche die magnetische Kraft leicht durchdrang, den lezten MO um das Ende O des vorlezten OT drehete, so war es sehr unterhaltend zu sehen, wie sich die Wirkung des weit entlegenen Magnets NS durch den ganzen Raum, durch welchen sich die Länge MO erstreckte, der entgegengekehrten Nadel *sn* mittheilte. Nie wird dieser Versuch trügen, wenn die magnetische, nach MO geleitete, Materie genug verdichtet ist: woher es aber komme, daß, wenn sie nur schwach wirkt, der Erfolg nicht in jeder Lage des Eisens MO zu *ns* derselbe ist, werd' ich bald zeigen. Uebrigens hab' ich zu diesen Versuchen kein rostiges, sondern ein etwas polirtes Eisen gebraucht.

Nun werd' ich aus den Versuchen, welche zu erkennen geben, daß das Eisen die Materie, die um den Magnet und dessen Pole ist, einsaugt und aufnimmt, einleuchtende Gründe vieler andern Erscheinungen herleiten.

Erstens ist hieraus die Ursache klar, warum das Eisen vom Magnet angezogen wird, und umge-

genauen Beobachters bestätiget werden, vielmehr muß dies, wie ich glaube, der Schwäche des Magnets, dessen er sich ohne Zweifel bedient hat, zugeschrieben werden.

umgekehrt. Die Materie, die den Magnet umgiebt, wird vom Eisen aufgenommen, und vom Magnet zurückgezogen. Sie geht also zu diesem zurück, oder bestrebt sich wenigstens, dieß zu thun: da sie aber vom Eisen angezogen wird, zieht sie dieses an den Magnet, und wenn diese Wirkung stark genug ist, so wird sich das Eisen dem Magnet nähern. Hierzu kommt ohne Zweifel, daß der Magnet gleichfalls, die in dem Eisen verborgene, und von demselben angezogene magnetische Materie einsaugt, daher in beyden ein neues Bestreben entstehet, sich einander zu nähern.

Zweytens sieht man, warum, wenn so viel Ringe oder Schlüssel an einen Pol des Magnets hängen, als er nur tragen kann, alle auf einmal abfallen, so bald man ein Eisen, es sey so klein als es wolle, an den Pol bringt; wählt man zu diesem Versuch ein etwas grösseres Stück, so bemerkt man schon diesen Erfolg, wenn man es in die Atmosphäre des Pols bringt. Hängen aber nicht so viel Ringe daran, als der Magnet nur zu tragen vermögend ist, so kann der Pol, ohne daß etwas abfällt, von einem Stück Eisen berührt werden, dessen Größe man durch Versuche entdecken muß.

Die Materie wird von dem, an den Pol des Magnets gebrachten, Eisen eingesogen, und durch dasselbe vertheilt; wenn also alle Kräfte dieser Flüßigkeit zum Tragen der Ringe oder Schlüssel angewendet worden sind, so werden sie zu dieser Wirkung bald unvermögend seyn, wenn ein Theil

dieser Flüßigkeit durch das nahende Eisen weggenommen wird. Wenn aber nur ein Theil der Kräfte des Pols gebraucht wird, das Eisen zu tragen, so wird der übrige Theil von einem angebrachten Eisen aufgenommen werden können, ohne daß das Gewicht abfällt.

Drittens zeigt es sich, warum eine kleine, mit der Spitze an den Pol gebrachte, Nadel weniger fest, als ein eiserner Drath, von ziemlicher Dicke anhängt. Denn wie der Schwamm nur eine gewisse Menge Wasser aufnimmt, so wird auch allerdings die Menge der magnetischen Materie, womit das Eisen gesättigt wird, mit der Masse desselben in einem gewissen Verhältniß stehen: wenn also jene nur ein Theil von derjenigen ist, die den Pol des Magnets umgiebt, so wird die Nadel auch gewiß mit wenigerer Kraft anhängen, als ein andres Eisen von größerer Masse, das also auch wie ein grösserer Schwamm wirkt. Die Kraft, mit der das Eisen an den Magnet hängt, nimmt daher mit der Grösse desselben zu. Doch wird sie, wenn sie bis zu einem gewissen Punkt gekommen ist, stehen bleiben, da die Wirkung der Flüßigkeit um den Pol, in das Eisen, allerdings ihre Grenzen hat, die sie nicht überschreiten wird, wenn man auch ein größeres Stück Eisen anwendete. Diese Grenze aber wird man bemerken, wenn das Eisen alle magnetische Materie, die den Pol, oder den Platz, wo es angebracht worden, umgiebt, abgeleitet hat.

Indeß

Indeß trägt doch auch die Gestalt etwas hierzu bey. Ein eiserner Drath, mit einer scharfen Spitze, wird nicht so fest an den Magnet hängen, als wenn das Ende des Draths eben und polirt ist. Dieser Erfolg ist nicht schwer einzusehen. Denn wenn das Eisen F (Taf. 1. Fig. 6.) spitzig ist, so wird nicht alle Wirkung der magnetischen Flüßigkeit in den aufgehangnen Drath in der Spitze, wie in einem Punkte, vereinigt seyn, sondern sich auch auf die Seiten, nach den Punkten *aa*, *dd* erstrecken, und da diese, wenn der Drath spitzig ist, weiter vom Magnet entfernt sind, als wenn jener sich mit einer ebenen Fläche endigt, so wird auch die Wirkung der magnetischen Flüßigkeit in denselben geringer seyn; daher auch die ganze Wirkung des Draths schwächer und leichter zu überwältigen seyn wird, als wenn er sich in eine stumpfe, oder ebene Fläche endigte.

Unterdessen muß man den Irthum der Kartesianer und andrer wohl bemerken, die behaupten, daß das Eisen vom Magnet desto stärker angezogen werde, je größer die Anzahl der Punkte ist, mit welchen es ihn berührt. Denn die Erfahrung lehrt, daß nicht nur die Masse des Eisens, sondern auch die Anzahl der Berührungspunkte, um den stärksten Zusammenhang zu bewirken, ihre Grenzen haben, über welche hinaus man nichts erhalten wird, wenn man jene oder diese, oder beyde zugleich vermehrt. Denn wenn man an einen, oder zwey, oder drey eiserne Dräthe

schwere

schwere Körper hängt, so wird der Magnet, in jedem Falle, ein gleich grosses Gewicht tragen.

Viertens. Die Ursache, warum die Einfassung des Magnets so viel zu Verstärkung seiner Kräfte beyträgt, muß in der That aus diesen, und nicht aus andern Grundsätzen, hergeleitet werden. Die magnetische Materie, die gleichsam in divergirenden Linien um den Pol verbreitet war, wird von der Einfassung, wie von einem Schwamm, aufgenommen und verdichtet, und so geht die ganze Menge von unzähligen magnetischen Radien durch den Fuß der Armatur, indessen das Eisen, das beyde Pole berührt, sie aufs neue sammlet, wodurch die Wirkung der Flüßigkeit sehr zunehmen muß. **Monnier** hatte geglaubt, daß eine so grosse Verstärkung der Kräfte durch das Zurückprallen der ausströmenden Materie, nach unten zu, dieses aber aus dem Widerstande des Blechs, das zur Einfassung dient, entstehe. Als ich aber die Erfahrung bey dieser Sache um Rath fragte, ward ich bald gewahr, daß **Monnier** sehr übereilt geschlossen hatte. Ich machte die Platten, die beym Armiren an die Pole des Magnets kommen, von verschiedner Breite, ohne doch ihre Schwere zu verändern, und bemerkte in jedem Fall eine gleiche Wirkung der Einfassung; ein Umstand, der bey **Monniers** Hypothese nicht bestehen kann, da zwey= oder dreymal schmälere Bleche auch eine zwey= oder dreymal geringere Wirkung hätten zeigen sollen, welches doch nicht geschahe.

Fünf=

Fünftens erhellet aus dem Obigen, warum Magnete, die nahe bey einem Stück Eisen liegen, in kurzer Zeit sehr viel von ihren Kräften verliehren. Die magnetische Materie, die von dem Stück Eisen angezogen wird, wird entweder ganz von ihm eingenommen, und kehrt nie wieder zurück, in welchem Fall ihre Kräfte offenbar vermindert werden müssen; oder sie geht, nachdem sie das Eisen durchströhmt hat, wieder in den Magnet über: dieß kann sie aber nicht thun, ohne in kurzer Zeit von ihrer Geschwindigkeit zu verliehren, da sie vom Magnet und Eisen in entgegengesezten Richtungen angezogen wird; mit der verringerten Geschwindigkeit ist aber zugleich die Abnahme der Kräfte verbunden; oder endlich, welche Meynung mir am meisten gefällt, das Bestreben zum Gleichgewichte, welches die Flüssigkeiten, die beyde Pole umgeben, beständig äussern, wird von dem Eisen unterstüzt.

Sechstens. Mußchenbroeck erzählt vom Dechales, daß dieser an einem schwachen (ohne Zweifel auch armirten) Magnet, der höchstens zwey Unzen Eisen trug, beobachtet hat, daß er nicht zugleich eine Unze Eisen, und eine Unze anderes Metall halten konnte: die Ursache dieses Erfolgs aber, die ich von keinem Schriftsteller angegeben gefunden habe, ist aus meinen Grundsätzen sehr leicht einzusehen. Man hänge an den Pol des Magnets eine Unze Eisen, und an dieses noch $\frac{2}{3}$ Unzen eines andern Metalls; wenn das Eisen nicht abfällt, so kann man gewiß seyn, daß

die magnetische Materie nicht alle ihre Kraft verwendet, um jene Unze Eisen zu tragen, weil sonst dieses Metall, vermöge seiner eignen Schwere, abfallen würde, wenn das Gewicht nicht um $\frac{2}{3}$ Unze, sondern um jeden kleinen Zusatz vermehrt worden wäre, eben so wie ein Faden reißt, wenn das an ihm hängende Eisen, das er nur tragen kann, um etwas vermehrt worden ist. Es ist also noch ein Theil der magnetischen Flüßigkeit übrig, der bey dieser Wirkung nichts thut. Wenn nun an die erste Unze noch $\frac{2}{3}$ Unzen Eisen angehängt werden; so werden sie nicht so wohl von der Wirkung der magnetischen Materie, welche die erste Unze hielt, sondern von jener, noch nicht angewendeten, mit dem Magnet zusammen zu hängen genöthiget werden; und daher kömmt es alsdann auch, daß das ganze Gewicht des Eisens von $1\frac{2}{3}$ Unze noch vermehrt werden kann, ehe es vom Magnet fällt, da nicht nur die Wirkung in die erste Unze Eisen, die dem Gewicht von $1\frac{2}{3}$ Unze eines andern Metalls gleich war, sondern auch jene, welche die übrige Kraft des Magnets in die $\frac{2}{3}$ Unze Eisen hervorbrachte, überwältiget werden muß. Das größte Gewicht also, das der Magnet halten kann, muß ganz aus Eisen, und nicht theils aus Eisen, theils aus andern Metall bestehen.

Jezt ist es aber nöthig, daß ich, um die wahre Ursache dieser Erfolge verständlich zu machen, erinnere, daß die **schwammähnliche Wirkung**, die das Eisen in die Atmosphäre des entgegen-

gegengekehrten Magnets äussert, und aus welcher ich alle bisher erzählte Beobachtungen erklären kann, nichts anders, als eine Erscheinung sey, die aus dem Bestreben, sich ins Gleichgewicht zu setzen, entsteht, welches die magnetische Materie, die sich um die Pole aufhält, und die ihr freundschaftliche Flüßigkeit, die in dem Eisen verborgen liegt, in dessen Nähe der Magnet gebracht wird, anwenden. Uebrigens dringt nicht die Flüßigkeit selbst, die den Pol des Magnets umgiebt, durch die ganze Eisenstange, obschon dieß aus der, durch die ganze Stange vertheilten, Wirkung zu erhellen scheint; sondern jene, die mit der, an dem Pole des entgegengekehrten Magnets gleichnamig ist, und in dem Eisen verborgen liegt, verbreitet sich eigentlich, durch ihre Federkraft, ausser dem Eisen, unterdessen sich die übrige, mit der sie zuvor, da das Eisen noch unmagnetisch gewesen, im Gleichgewicht stand, nach dem Berührungspunkt mit dem Magnet begiebt. So oft ich also sage, die Polarflüßigkeit, das ist die, welche den Pol des nahen Magnets umgiebt, werde von der angebrachten Stange abgeführt, zerstreut, durchdringe sie, u. s. w. so oft muß man glauben, daß ich nach dem Schein rede. Wie sich die Sache aber, meiner Meynung nach, wirklich verhalte, kann man aus dem, was ich eben gesagt, und im elften Satz weitläuftig erwiesen habe, sehen.

Wenn also eine Reihe Kugeln an den Pol eines Magnets hängt, so wird es in der That scheinen, als ob die magnetische Materie aus dem

Magnet in die erste Kugel, aus dieser in die zweyte, aus dieser in die dritte, u. s. f. übergehe, und so von Einer durchdringenden Flüßigkeit das Zusammenhalten aller Kugeln hervor gebracht werde. Daß dieß aber wirklich nur so scheine, sieht man aus dem Beweise des elften Satzes, verbunden mit dem siebzehnten Versuche des siebenten Satzes. Denn aus diesem erhellet, daß diese Kügelchen einen andern Pol am obern, und einen andern am untern Theile haben, aus jenem aber, daß die Pole nicht von dem Durchgang einer feinen Materie durch das Eisen und den Magnet, sondern von einer besondern, jedem Pol eigenen, Materie abhängen. Doch hiervon werd' ich in der Folge mehr sagen.

Uebrigens dient auch dieser Satz vortreflich darzu, die Schwierigkeiten zu heben, die, bey vorausgesezter kreisförmiger Bewegung der feinen Flüßigkeit um den Magnet, gegen das Daseyn der Flüßigkeit selbst erregt zu werden pflegen, und gemeiniglich unwiderleglich zu seyn scheinen. Denn obgleich diese Schwierigkeiten meinem System nichts angehen, da ich jene Hypothese nicht annehme, so wird es doch nicht unnütz seyn, sie hier zu berühren, damit man einsehen kann, daß kein System, es mag auf eine bewegte, oder sich in Ruhe befindende magnetische Materie gebaut seyn, Stoff hergiebt, womit die mechanischen Gründe bestritten werden könnten.

Der vornehmste Einwurf aber, den man von dieser Seite nimmt, liegt darinn, daß der Magnet

net das Eisen so leicht bewegt, die übrigen Körper aber niemals zur Bewegung bringet, wenn sie auch noch so leicht seyn sollten, wie z. B. eine Nadel, die aus irgend einem andern Metall, das nicht von der Natur des Eisens ist, verfertiget worden, und so, wie die Magnetnadeln, auf einer geschärften Spitze angebracht ist, diese Schwierigkeit, sag' ich, verschwindet, so bald man bedenkt, daß die Flüßigkeit, die den Magnet umgiebt, in der eisernen Nadel verdichtet werde, die übrigen Körper aber frey durchstreiche. Es darf daher keinesweges sonderbar scheinen, daß die magnetische Materie, die auf eine Nadel, die nicht von Eisen ist, stößt, sie nicht aus ihrer Lage bringen könne. Denn wir sehen ja eine Menge Lichtstrahlen auf eine Nadel treffen, und sie doch nicht, ob sie schon noch so leicht beweglich ist, verrücken. Ist aber das Licht nicht etwas materielles? durchdringt es nicht die dichtern Theilgen? und so wie die Wirkung der parallelen Strahlen viel geringer ist, als wenn sie in Brennspiegeln gesammlet worden sind, so ist auch die Wirkung der magnetischen Materie, die dichte Körper durchdringt, nicht mit der zu vergleichen, die sich im Eisen zeigen muß, von dem sie eingesogen und verdickt wird. Ich gestehe zwar gerne, daß diese Materie einen Eindruck auf die festen Theilgen des Körpers mache, doch muß er geringer seyn, als daß er eine nicht eiserne Nadel zu bewegen hinreichen sollte. Daß aber die Menschen insgemein anders urtheilen, kömmt daher, weil sie glauben, daß eine so

leicht bewegliche Nadel von dem geringsten Stoß bewegt werden müsse, und folglich nicht überlegen, daß wie alle Begriffe vom Grossen und Kleinen nur relativ sind, also auch die Begriffe vom grössern und kleinern Druck unter diese Gattung gehören. Von Kindheit auf gewöhnt, bemerkbare Massen, wenigstens solche, die der Schärfe unsers Gesichts nicht entgehen, zu behandlen, halten wir den kleinsten, aber doch merkbaren Stoß, für den kleinsten, der von dieser Masse hervorgebracht werden kann. Weil es aber nun aus der Naturlehre sattsam bekannt ist, daß ein kleines Stäubgen, welches wir kaum mit blossen oder bewafneten Augen erkennen, für einen Berg zu achten sey, in Rücksicht der kleinsten Theile, aus denen es von Natur besteht, so werden auch die Stöße, die uns die kleinsten zu seyn scheinen, für groß und weit stärker gehalten werden müssen, wenn wir sie auf jene beziehen, die von den kleinsten Theilgen in der Natur hervorgebracht werden. Wie groß ist nicht die Masse eines Sandkorns, das uns so klein scheint, gegen die Lichttheilgen, von welchen, wie man glaubt, unzählige Millionen kaum das Gewicht eines Granes haben. Wie groß wird daher auch der Unterschied in der Stärke des Stosses seyn?

Ob also gleich eine leicht bewegliche Nadel von dem kleinsten Stoß einer bemerkbaren Masse verrückt wird, so kann sie doch von der magnetischen Materie gestossen werden, und nichts destoweniger ihre Stellung, ohne merkliche Verände-

rung,

rung, behalten. Denn die Versuche, die das Daseyn dieser Materie erweisen, zeigen zugleich, daß sie von so einer Feinheit sey, daß sie beynahe alle Einbildung übertreffe.

Dies alles hätte gleich aus der bekannten Formel des Drucks MC erkannt werden können: denn wenn M unendlich abnimmt, C aber unveränderlich ist, so wird MC in eben dem Verhältniß abnehmen, oder der Druck wird kleiner, als jede angebliche Größe, werden.

Einige führen zur Berichtigung dieser Sache folgenden Versuch an. Wenn eine Nadel von Stahl auf einer Tafel steht, und von einem darüber angebrachten Magnet in senkrechter Richtung erhalten wird, so bringe man alsdenn eine andre umgekehrte horizontale Nadel dazu, so, daß sie wenn man sie weiter fortbewegte, zwischen der senkrechten Nadel und den Magnet durchgehen würde; und man wird bemerken, daß die Nadel alsbald fällt. Hieraus erhellet (dieß sind Krafts eigene Worte), wie leicht die magnetische Materie von ihrem Weg abgeleitet werden könne, weil in diesem Fall die horizontale Nadel alle Kraft wegnimmt, und auf einen andern Weg leitet, daher scheint es, als ob der Magnet nicht durch Hülfe der Flüßigkeit, die aus ihm hervorströhmt, wirke, die sich nicht so leicht würde ableiten lassen. Mußschenbroeck, indem er diesen Versuch erzählt, sezt noch hinzu: Wer die Bewegun-

wegungen des Wassers, und den Lauf der Flüßigkeiten kennt, wird leicht einsehen, daß diese Erscheinung mit allen Gesetzen streite, die uns von den Bewegungen der Flüßigkeiten bekannt sind, und daß folglich der Magnet weder durch Ausströhmungen, noch durch eine andre Flüßigkeit wirken könne.

Wer diesen Versuch mit Sorgfalt anstellt, wird bald bemerken, daß er weder hinlänglich genau beschrieben, noch bey den daraus gefolgerten Sätzen richtig verfahren worden sey.

Denn es ist falsch, daß eine senkrechte Nadel falle, so bald man eine horizontale darzu bringt; ausser nur dann, wenn alle Kraft der magnetischen Materie darauf verwendet worden ist, jene Nadel in einer senkrechten Lage zu erhalten. Die senkrechte Nadel ist von dem Pole des Magnets etwas entfernt, und die Wirkung desselben in dieser Weite allerdings bestimmt; wenn also diese Wirkung ganz erfordert wird, um die Nadel aufgerichtet zu erhalten, so kann sie dies nicht bewirken, wenn eine andre Nadel an den Pol des Magnets gebracht wird, wodurch ein Theil der magnetischen Materie, die auf die senkrechte Nadel wirkt, abgeführt wird. Wenn aber nicht alle Kraft erfordert wird, um die Nadel in einer senkrechten Lage zu erhalten, so kann man gewiß noch eine andre daran bringen, ohne daß die erste abfallen wird. Eine Behauptung, welche die Erfahrung allerdings bestätigt.

Vier=

Vierzehnter Versuch.

Man halte den Magnet M (Taf. 1. Fig. 7.) über eine Nähnadel AB, in geringerer Entfernung, als nöthig ist, um die Nadel senkrecht zu erhalten, und bringe dann eine andre, die der ersten ähnlich und umgekehrt ist, und sich in einer horizontalen Lage befindet, daran, so wird man niemals bemerken, daß die senkrechte Nadel abfällt: wenn man aber statt der horizontalen Nadel ein größeres Eisen, wie PO, oder irgend ein andres eisernes Parallelepipedum nimmt, wie zu den vorhergehenden Versuchen angewendet worden war; so wird die vertikale Nadel alsbald fallen. Damit man aber diesen Versuch besser übersehen könne, so will ich die ganze Wirkung des Magnets in einer gegebnen Entfernung $= m$, diejenige aber, die erfordert wird, um die Nadel oder ein andres Stück Eisen aufrecht zu erhalten, $= a$ setzen. Es ist allerdings gewiß, daß die Nadel fallen werde, so oft $m < a$, und aufrecht erhalten werden könne, wenn $m \geqq a$ ist; ist $m > a$, so sey $m = a + b$. Man bringe nun an eben den Pol, der gegen die senkrechte Nadel gekehrt ist, eine andre Nadel, oder ein Eisen, das nach seiner verschiednen Masse eine verschiedne Menge der magnetischen Flüßigkeit verschlucken wird, so wird m nothwendig abnehmen. Ist diese Verminderung $= c$, so wird nun $m = a + b - c$ seyn. Wenn also $c \leqq b$, so wird die Nadel noch senkrecht stehen; ist aber $c > b$, so muß die Nadel

alsbald fallen, weil im erstern Fall $m \geqq a$, im leztern aber $c < a$ ist. Hieraus entsteht folgender Lehrsatz. So oft die Differenz zwischen der ganzen Kraft, die der Pol des Magnets in einer gegebnen Entfernung hat, und zwischen der Kraft, die zu einer gewissen Wirkung, (z. B. um eine Nadel senkrecht zu erhalten) nöthig ist, grösser oder gleich ist der Kraft, die das zugleich an den Pol gebrachte Eisen hinwegnimmt, so oft kann diese Wirkung hervorgebracht werden: wenn sie aber kleiner ist, so wird auch die Wirkung nicht erfolgen und die Nadel muß fallen.

Ohne meine Erinnerung sieht man ein, daß die Bestimmung überflüßig sey, die bey Erzählung des Versuchs hinzugesezt wird, daß nämlich die Nadel, durch deren Näherung die senkrechte fällt, umgekehrt und horizontal seyn müsse, da jede andre Richtung zureicht.

Daß hierbey ein Fehlschluß begangen worden, sieht man daraus, weil aus der angeführten Erfahrung gefolgert wird, daß die horizontale Nadel alle Kraft abführe, und sie auf einen andern Weg leite. Eine Folgerung, die, den vorhergehenden Versuchen zufolge, offenbar falsch ist. Denn wenn alle Kraft weggeführt würde, so müste die Nadel augenblicklich, ohne Rücksicht auf die Entfernung des Magnets, fallen. Auch würde diese ganze Kraft eben so gut von der Nähnadel, als

als von einem größern Stück Eisen, abgeführt werden können; allen diesen Behauptungen aber, sind die vielen Versuche, die ich angeführt habe, so zuwider, daß es völlig überflüßig seyn würde, länger bey der Widerlegung derselben zu verweilen.

Indes muß ich hier noch kürzlich erinnern, daß diese Versuche ganz und gar nicht mit den Gesetzen der Bewegung der übrigen Flüßigkeiten streiten. Wenn das Wasser z. B. in einem Kanal mit der Kraft, die zu einer bestimmten Wirkung nothwendig ist, läuft, so wird man diese Wirkung vergeblich erwarten, wenn man das Wasser zugleich auf den Seiten des Kanals ableitet. So werden ferner von dem Ende eines metallenen Drathes, der mit elektrischer Atmosphäre umgeben ist, leichte Körper, z. B. Stückchen leichtes Holz, Pappier u. s. f. angezogen, und bald wieder abgestoßen, wie hinlänglich bekannt ist: aber diese Wirkungen verschwinden alsbald, wenn man den Drath mit einem Finger berührt, und so die elektrische Materie ableitet. Mit dieser Beobachtung hat die oben von mir angeführte eine Aehnlichkeit. Die magnetische Materie, die gerade in die senkrechte Nadel wirkt, wird durch die horizontale eingenommen, angezogen, und gleichsam wie durch einen Seitenkanal abgeführt, daher nothwendig ein von dem ersten verschiedener Erfolg beobachtet werden muß?

Funf-

Funfzehnter Versuch.

Der Magnet M (Taf. 1. Fig. 7.) halte mit einem der Pole, z. B. mit dem nördlichen, die eiserne Nadel A B in einer senkrechten Stellung, und rücke die Magnetnadeln *ſn* und *ab* (deren Nordpole *n* und *b*, die südlichen *ſ* und *a* sind) aus ihrer natürlichen Lage, in *α β* und *σ ν*. Nun bringe man das Eisen P O daran, dessen Ende P die magnetische Flüßigkeit um den Nordpol anzieht, wodurch die vertikale Nadel A B fallen wird; so werden alsbald die Nadeln *σ ν* und *α β* bewegt werden, und diese wird an *a b* rücken, jene aber sich von *ſn* weiter entfernen.

Indem nämlich das Eisen P O, das in diesem Versuch einen Zoll im Durchmesser hatte und $1\frac{1}{2}$ Fuß lang war, einen Theil der Polaratmosphäre abführte, verringerte es ihre Wirkung in die senkrechte Nadel A B, und in die Magnetnadel *ab*, woher es also kam, daß die eine fiel, die andre aber zurück gieng; die Materie aber, die vom Nordpol des Magnets abgeführt worden, geht durch das Eisen wie durch einen Seitenkanal, und treibt den nördlichen Pol der Nadel *ſn* zurück.

Endlich hat auch der folgende Versuch einigen Gelehrten das Daseyn der magnetischen Materie verdächtig gemacht; denn durch denselben wird gezeigt, daß, wenn zwischen einen Magnet und eine eiserne, oder stählerne Nadel ein Körper gelegt wird, er mag seyn, von was für Art er will,

wenn

wenn er nur kein Eisen enthält *), niemals eine Schwächung der Kräfte desselben beobachtet wird, sondern sie sich eben so verhalten, als wenn der Körper entfernt gewesen wäre. Damit diese Erfahrung nun Niemanden zu Irthümern verleite, so wird es, hoffe ich, nicht unnützlich seyn, anzumerken: 1) daß es aus vielen, über die Porosität der Körper angestellten Versuchen, hinlänglich bekannt ist, daß ihr innerlicher Bau dem Gewebe der Spinnen ähnlich sey, worinnen der von den feinsten Fäden eingenommene Raum, von unzähligen leren Plätzen, die ohne eigentliche Materie sind, übertroffen wird. 2) Daß die feine, in die festen und undurchdringlichen Theile übergegangne, Materie bald an den Seiten derselben abgeleitet werde, und so durch die Zwischenräume heraus gehe, daß also die nämliche Menge Flüßigkeit, wenn Körper dazwischen gelegt sind oder nicht, in die Nadel wirke. 3) Daß die Kraft der Flüßigkeit, die an die festen Theilgen anstößt, zwar etwas verringert werden müsse, daß aber

*) Ich rede hier von Eisen, das seine metallische Gestalt hat; denn die magnetische Materie dringt frey durch Thon, Ziegelsteine, und grünes Glas, ja auch durch Eisenminern, nur nicht durch alle, z. B. nicht durch Schmirgel, noch alle Blutsteinarten, noch durch den krystallisirten und spathartigen Eisenstein, u. s. f. welche das Eisen zwar in Menge, doch nicht in vollkommen metallischer Gestalt enthalten. Man vergleiche meine Schrift über die Verwandschaften des Magnets, Leipz. 1781.

aber diese Abnahme durch den noch übrigen Strohm der Materie bald ersezt werde, dessen Geschwindigkeit bey dem Durchgange nicht vermindert worden ist, und der jene Flüßigkeit bald mit den abgestossenen Theilgen vereiniget. 4) Daß endlich ein dazwischen gelegter Körper vielleicht einigen Unterschied hervorbringe, der doch aber nicht so beträchtlich ist, daß man ihn auch mit den genauesten Werkzeugen erkennen könnte. Wenn ein starker Wind durch ein Fenster, das nur mit Riegeln verwahrt ist, bläßt, so sagt man nicht, daß der Druck desselben schwächer, oder der Unterschied merklich sey, als wenn die Riegel aufgemacht sind. — Wie sehr man auch jezt die Verfertigung der Instrumente vervollkommnet hat, so werden wir doch nie dahin kommen, daß wir auch die kleinsten Stöße in der Natur, oder ihre Unterschiede durch dieselben bemerken könnten. Und was wir an den Werkzeugen unsrer Vorfahren mit Recht tadeln, daß sie zu genauern Beobachtungen nicht geschickt genung sind, das könnten Geschöpfe einer höhern Ordnung den unsrigen auch allerdings vorwerfen; denn ob sie gleich zu menschlichem Gebrauche hinlänglich geschickt sind, so reichen sie doch nicht hin, die unmerkbarsten Wirkungen der Natur zu beobachten.

Nichts hindert uns also anzunehmen, daß die magnetische Materie alle dichte Körper frey durchstreiche, so wie dies auch, der Erfahrung zufolge, viel andre feine Flüßigkeiten thun; und es ist vielleicht dieser und andrer Wirkungen, welche

welche die späte Nachwelt einst entdecken wird, zuzuschreiben, daß man weder von Natur, noch durch Kunst einen dichten Körper, der gar keine Zwischenräume hätte, erhalten kann. Wenn ein Metall oder andrer nicht spröder Körper durchlöchert wird, und man schlägt hierauf mit einem Hammer auf die durchbohrte Fläche, so werden sich die festen Theilgen dahin ziehen, wo der Widerstand geringer ist, wodurch das Loch verschwinden, und die Oberfläche vereinigt werden wird. Jedes sehr dünne Goldplättgen ist mit unzähligen Löchern durchbohrt, die man mit einem einzigen Hammerschlage wegbringen zu können glauben sollte: allein die Erfahrung lehret das Gegentheil. Ein dünnes Plättgen hält unzählige und starke Hammerschläge aus, und doch kann man nie darzu gelangen, daß die unendliche Zahl der Zwischenräumgen verringert würde; geschweige daß sie alle vernichtet, und so ein dichter Körper gebildet werden könnte, worinn keine leeren Zwischenräume zum Vorschein kämen. Dies ist gewiß eine sonderbare und der Aufmerksamkeit des Naturkündigers höchst würdige Erscheinung, deren Ursache wir um so mehr erkennen werden, je gewisser es seyn wird, daß das ganze Universum viel Systeme feiner und unsichtbarer Flüßigkeiten in sich fasse, die, indem sie in die Körper dringen, sie durchströhmen und erfüllen, in ihnen Veränderungen, die ihrem Wesen angemessen sind, hervorbringen, und von dem Schöpfer mit den nöthigen Kräften versehen worden sind, durch welche

sie

sie den ihnen verordneten Lauf durch die Körper fortsetzen können, wie sehr sich auch die Kunst des Menschen bestrebt, diesen Lauf zu unterbrechen.

Vierter Satz.

Die im vorhergehenden Satz erzählte Wirkung des Eisens in die magnetische Materie wird ganz aufgehoben, so lange es einem heftigen Feuer ausgesezt ist, und zwar so, daß es in demselben weis glüht.

Der nur erzählte Versuch, den ich mit einer glühenden Nadel angestellt hatte, brachte mich auf einen andern, der die Wahrheit dieses Satzes allerdings bestätigt. Ich legte eine eiserne, zwey Fuß lange, und einen Quadratzoll breite, Stange im magnetischen Meridian auf Kohlen, und zwar so, daß sie an den Enden einige Zoll über dem Feuer hervorragte. An eines dieser Enden brachte ich eine Magnetnadel, welche sich alsbald mit einem Pole der Stange näherte, wenn ich einen Magnet an das andre Ende, ehe die Stange heis gemacht wurde, hielt. Als ich aber den Magnet entfernte, und die Kohlen anzündete, schien mir die Nadel nicht völlig zu ruhen, sondern sich, bey zunehmender Hitze der Stange, abwechselnd zu bewegen; doch verbreitete der Magnet, wenn ich ihn an das andre Ende brachte,

dem=

demohngeachtet seine Wirkung leicht durch die ganze Stange; als aber das Eisen glühendheis wurde, sahe ich diese Wirkung abnehmen, und endlich, da die Stange weis glühete, ganz verschwinden. Wenn ich hierauf den Magnet mit dem Pole auf den glühenden Theil des Stabes legte, so verbreitete sich dessen Wirkung nicht wie vorher durch die ganze Masse, sondern er wirkte in die eiserne Stange nicht anders, als wenn sie von Stein, oder einer andern nicht eisernen Masse gewesen wär.

Erste Anmerkung. Wenn die glühende eiserne Stange aus dem Feuer genommen, und gegen eine Magnetnadel gehalten wurde, so fieng sich die Wirkung des am andern Ende angebrachten Magnets bald zu zeigen an, wie ich im vorigen Satz gesagt habe. — Sie zeigt sich viel eher, ja fast augenblicklich, wenn die eiserne Stange nicht ganz weis geglüht hat. Ich erinnere mich aber, daß ich, wie ich zuerst diese Schrift herausgab, diese Versuche nur mit Stäben, die schon vom Feuer entfernt waren, angestellt habe, mit deren Erfolg die Behauptung, daß die, im vorigen Satz erzählte, Wirkung des Eisens in die magnetische Materie durch die Wirkung des Feuers nicht aufgehoben werde, allerdings übereinstimmte.

Zweyte Anmerkung. Diese Wirkung des Eisens in die magnetische Materie hört nur so lange auf, so lange das Eisen, in dem Feuer, weis glüht. — Sobald aber die Stange ihre

Hitze verliehrt, wirkt sie in den Magnet wie vorher, ehe sie in das Feuer gelegt worden war. Ob aber die magnetischen Flüßigkeiten in diesem Versuch aus dem Eisen ausgetrieben werden? will ich eben nicht behaupten. Die magnetische Flüßigkeit hängt nicht anders in dem Eisen, als die elektrische in dem Glase, welche doch nicht beständig erwekt werden kann, wenn das Glas z. B. feucht, oder mit Oel überstrichen ist.

Fünfter Satz.

Die magnetische Materie, deren Wirkung in ganze und ruhende Stücken Eisen bisher betrachtet worden ist, wirkt in mehrere einzelne und auf verschiedene Art bewegte Stücken Eisen. Eine ähnliche Erscheinung zeigt die elektrische Materie.

Diese Behauptung, wenn sie aus Vernunftschlüssen erwiesen werden sollte, würde höchstens wahrscheinlich werden, und immer mit einigen Schwierigkeiten verbunden bleiben; allein da sie durch die Erfahrung bestätiget worden ist, so lassen sich keine Einwürfe dawider machen.

Sechzehnter Versuch.

Statt des eisernen Parallelepipedums nehme man ein hölzernes aber ausgehöhltes, das mit

Eisen=

Eisenfeilspänen, Schlüsseln, oder andern Stücken Eisen angefüllt worden ist, und bringe es zugleich mit einem Magnet in die Nähe der Magnetnadel. Dann halte man den Magnet zu den Eisenstücken in jener hölzernen Röhre, ohne beyder Entfernung von der Nadel zu verändern, so wie ich bey den erstern Versuchen verfahren bin; alsbald wird sich die Nadel bewegen, und einer der Pole wird sich nähern oder entfernen, je nachdem der diesem freundschaftliche oder feindliche Pol des Magnets an das andre Ende der Röhre gebracht worden. Nun bewege man, ohne die Röhre aus ihrer Lage zu bringen, die darinn liegenden Eisenstücken auf verschiedne Art, und verändere die Lage derselben, so wird man nie die geringste Veränderung an der Nadel wahrnehmen, wenn man nur nicht an einem Theile der Röhre mehr Eisen, als an dem andern, anhäuft.

Die elektrische Materie zeigt ganz ähnliche Erscheinungen; denn diese wird durch eine mit Wasser, oder einem andern unelektrischen Körper angefüllte Röhre mit gleicher Leichtigkeit fortgepflanzt, die Röhre mag ruhen, oder bewegt werden. Die elektrische Flüßigkeit und die magnetische kommen also in Ansehung der Art, wie sie ihre Kräfte andern hierzu geschickten Körpern mittheilen, sehr überein, in wie ferne nämlich die Bewegung der Körper diese Mittheilung nicht aufhebt. Allein darinn kommen sie nicht mit einander überein, daß ein mit elektrischer Flüßigkeit umgebener Körper, durch die Bewegung und

 Erschüt-

Erschütterung der Theile, derselben nicht beraubt werden kann. Das Wasser in einer Flasche, die mit elektrischer Materie gefüllt worden, und auf Pech oder Glas steht, kann bewegt und geschüttelt werden, ohne daß man eine verminderte Kraft der elektrischen Flüßigkeit bemerkt. Vielleicht würde sie aber gestöhrt werden, wenn die Theile eines an sich elektrischen Körpers, der mit elektrischer Materie umgeben ist, plötzlich erschüttert würden, so daß sie eine andre Lage und Ordnung gegen einander erhielten.

Anmerkung. So wie sich jeder leicht, durch die Erfahrung, von der Wahrheit dieses Satzes überzeugen kann, so wird man auch beobachten, daß die Wirkung des Magnets in ein ganzes Stück Eisen viel stärker ist, als in mehrere einzelne Stücke.

Sechster Satz.

Jede Eisenmasse, welche die magnetische Materie durchdringt, wird, wenn man sie wieder vom Magnet entfernt, ein wahrer Magnet.

Dieser allgemeine Satz ist von vielen einzelnen Fällen abgezogen. Ich habe mehrere Eisenstücken geprüft, die an Größe sehr verschieden waren, und in einer magnetischen Atmosphäre alsbald von ihr durchdrungen wurden: und die, so bald als sie wieder aus ihr herausgenommen wurden,

den, deutliche Kennzeichen von beyden Polen hatten, obschon die magnetische Kraft nicht in allen eine gleich lange Zeit dauerte. Wenn die Körper oder Eisenstücken nur klein sind, so verlieren sie den Magnetismus in kurzer Zeit, und behalten ihn nur wenige Minuten, ja oft nur einige Sekunden. Dies ist der Fall, wenn Eisenfeilspäne über ein Glas oder Papier, oder eine andre ebene Fläche gestreut werden, unter welcher der Pol eines Magnets herumgeführt wird. Denn wenn der Magnet sehr stark, und die Fläche glatt ist, so werden die Eisentheilgen sich dem Pol des Magnets nähern, und sich nicht nur, wenn man ein Eisen hinzubringt, aufrichten und dasselbe anhängen, sondern sich auch umkehren, wenn der entgegengesezte Pol des Magnets unter dem Glase oder einer andern Fläche, die man dazu braucht, herumgeführt wird. Die Feilspäne aber, die an einem Schlüssel oder anderm Stück Eisen hängen, fallen alsbald ab, wenn das Eisen aus der Atmosphäre des Magnets tritt.

Diese Beobachtungen lehren 1), daß die Eisenfeilspäne plötzlich, ja gleichsam augenblicklich magnetisch geworden sind, da sie, wenn ein Magnet unter Glas gelegt worden, einem darüber gehaltnen Eisen gleich anhängen; 2) daß ein jedes Eisentheilgen ein kleiner Magnet geworden, von zwey verschiednen Polen, dessen freundschaftlicher jenem des Magnets zugekehrt war, welcher unter dem Glase herumgeführt wurde; 3) daß der Magnetismus nur kurze Zeit gedauert habe, in=

dem die Feilspäne sogleich von dem Eisen abfielen, wenn dieses aus der magnetischen Atmosphäre heraustrat, und sich die Feilspäne nicht umkehrten, wenn der eine Pol des Magnets entfernt, und nach einer merklichen Zeit der andre entgegengesezte dafür angebracht worden war.

Aehnliche Erfolge beobachtete ich auch bey Nadeln, Schlüsseln, Scheren und andern grössern eisernen Instrumenten; denn alle diese zeigten einige zuverläßige Merkmale der Pole, wenn sie entweder auf eine kurze Zeit in der Atmosphäre des Magnets versenkt gewesen waren, oder denselbenbe rührt hatten.

Endlich versuchte ich viereckige eiserne Stangen, deren Seiten einen Zoll breit, aber zwey, vier, bis sechs Fuß lang waren, aber nicht ohne Bewunderung bemerkte ich, daß diese großen Massen, gleichsam in einem Augenblick, in Magnete verwandelt wurden. Diese Beobachtungen aber stellte ich auf diese Art an. An die Enden T und V des eisernen Stabes TV (Taf. 1. Fig. 3), den ich in einen Magnet verwandeln wollte, sezte ich die Magnetnadeln SN und *sn*, und bemerkte genau ihre Lage, in der sie nach einigem Hin- und Herschwanken ruhig blieben. Wenn hierauf der Magnet M an ein oder das andre Ende, z. B. an T, gebracht wurde, so daß er den Stab entweder berührte, oder doch dessen Atmosphäre in ihm wirkte, und ihn durchdringen konnte; so bewegten sich die Nadeln alsbald, und kamen, wenn der Magnet wieder entfernt wor-

worden, nach und nach zur Ruhe. Niemals aber kehrten sie in die Lage zurück, in welcher sie vor der Annäherung des Magnets waren: sondern wenn z. B. der Magnet das Ende des Stabes T mit dem nördlichen Pole berührte, so kam der südliche Theil der einen Nadel näher an das Ende V, der nördliche Pol der andern aber näher an T; ein deutlicher Beweis, daß der Stab TV in einen wahren Magnet verwandelt worden war, dessen Nordpol V, der Südpol aber T ist. Diese einfache und neue Methode ist von großen Nutzen, zumal wenn man größere Stücken Eisen versuchen will; denn in diesen wird durch die bloße Berührung mit dem Magnet nur ein schwacher Grad des Magnetismus erwekt, den man auf diese Art genau erforschen kann. Wenn aber die Stücken Eisen, die auf diese Art in Magnete verwandelt worden, kleiner sind, so werden sie doch beständig, wie man sie auch gegen die Magnetnadel hält, unterschiedene Pole zeigen.

Der Magnetismus, der auf diese Art in einem großen Stück Eisen erwekt worden ist, erhält sich manchmal eine beträchtliche Zeit, die Pole können aber immer nach Willkühr verändert werden, wenn man bald diesen, bald jenen Pol an ein Ende des Stabes bringt. Eine Erscheinung, die in der That angenehm zu beobachten ist. Die Erfahrung aber hat mich indes gelehrt, daß es eben nicht nothwendig sey, daß der Magnet das Ende des Stabes berühre; denn, wenn man

ihn z. B. an die Mitte des Stabes bringt, so wird man an diesem Orte den einen, und an den beyden Enden den andern Pol beobachten. In allen Fällen findet also dieses Gesetz statt, daß, wenn man irgendwo an eine eiserne Stange den Pol eines Magnets hält, derjenige, welcher mit diesem freundschaftlich ist, entstehet, wenn der Magnet weggenommen worden ist; da aber, wo dieser aufhört, sich der entgegengesezte zu zeigen anfängt.

Nach diesem Gesetz wird also an dem Ende des Stabes T der Nordpol hervorgebracht werden, wenn sich derselbe in der südlichen Atmosphäre des Magnets befindet, oder ihn berührt, an dem andern Ende V hingegen wird der Südpol zum Vorschein kommen.

Dieses Gesetz scheint, dem ersten Ansehn nach, wirklich demjenigen zuwider zu seyn, dem zufolge angenommen wird, daß, so oft der Magnetismus in einem Stabe, durch Streichen mit einem Magnet, hervorgebracht werden soll, allemal da, wo man zu streichen anfängt, derjenige Pol entsteht, mit welchem man das Eisen streicht, und der entgegengesezte da, wo man damit aufhört. Nach diesem Gesetz muß also, wenn man den Stab TV mit dem Südpol des Magnets streicht und bey T anfängt, bey T der Südpol, bey V aber der Nordpol entstehen; die Erscheinungen, die nach diesem Gesetz erfolgen, scheinen also jenen, die ich aus dem vorhergehenden gefolgert habe, zuwi-

zuwider zu seyn: betrachtet man aber die Sache etwas genauer, so verschwindet der scheinbare Widerspruch bald, und man sieht deutlich, daß das leztere Gesetz von jenem abhängt. Denn ausserdem, daß dies Gesetz nicht allgemein ist, wie ich im ersten Zusatz zum achten Satz zeigen werde, muß man auch bedenken, daß das Streichen mit dem Berühren immer einerley sey, folglich wird, wenn man an einem Orte mit Streichen aufhört, daselbst eben dieses Gesetz gelten, so gut als wenn der Stab bloß vom Magnet berührt worden wäre. Hiermit stimmt also die Erfahrung überein, daß, wenn man den ganzen Stab, z. B. TV, mit dem Südpol des Magnets von T nach V gestrichen hat, bey V, wo man mit Streichen aufhört, der Nordpol hervor komme, der südliche aber an dem andern Ende T, wo man zu streichen angefangen hat, erscheine.

Hieraus muß man auch erklären, warum es so schwer und mühsam ist, drey Pole in einem kurzen, etwa einen oder zwey Zoll langen Drathe, mit einem einzelnen Magnet hervorzubringen, wenn man in der Mitte gegen beyde Enden zu streichen anfängt; denn, wenn man z. B. mit dem Nordpol des Magnets von der Mitte des Draths nach dem Ende T streicht, so wird hier zwar der Südpol entstehen, und in V der Nordpol; aber bald wird diese Kraft des Südpols zerstöhrt werden, wenn man den Nordpol wieder in die Mitte bringt, um gegen das andre

Ende zu streichen. Hieraus folgt also, daß man mit dem Südpol des Magnets die Mitte des Drathes nur berühren, und ihn über derselben herumdrehen dürfe, wenn man mit einem schwachen Grade des Magnetismus zufrieden seyn will; oder zwey Magnete mit den gleichnamigen Polen, z. B. den nördlichen, in die Mitte setzen und sie zu gleicher Zeit nach den Enden führen müsse. Denn so werden, wie aus dem Obigen erhellet, in beyden Fällen, an den Enden der Südpol, und in der Mitte der Nordpol zum Vorschein kommen. Doch ist diese leztere Art etwas mühsamer, als die erste, weil erstlich erfordert wird, daß die Magnete von gleicher Stärke sind, und zweytens, weil sie beyde in einem Augenblicke von den Enden des Drathes abgenommen werden müssen, wenn der Versuch gelingen soll; denn die kleinste Verschiedenheit, in Ansehung dieser Umstände, macht ihn rückgängig.

Es können aber auch drey Pole von einem einzigen Magnet hervorgebracht werden, wenn der Drath lang genug ist. So strich ich z. B. einen eisernen Drath, dessen Länge zwey Fuß, der Durchmesser aber noch nicht eine halbe Linie betrug, einigemal bald mit diesem, bald mit jenem Pol eines Magnets, von der Mitte nach den Enden zu, und ich erhielt immer drey Pole.

Aus dem, was ich bis jezt gesagt habe, ersieht man auch, was man von der Erklärung, die Hamberger über die sogenannte **Partialität der Magnetnadel** gegeben hat, halten soll. „Manch=

„Manchmal nähert sich, sagt dieser Schriftstel-
„ler *), die Nadel mit ihren beyden Enden Einem
„Pole des Magnets, und entfernt sich von dem
„entgegengesetzten, welchen Zustand man die
„Partialität der Magnetnadel nennen könnte.
„Man bewirkt diesen Erfolg, wenn man nur
„eine Hälfte der Nadel, z. B. von *a* nach *c*, mit
„Einem Pole des Magnets, z. B. mit dem nörd-
„lichen, streicht (Taf. 2. Fig 8). Denn so sieht
„man leicht, daß der unbestrichene Theil der Na-
„del *bc* bloßes Eisen ist, und keine magnetischen
„Eigenschaften besizt, der Theil *ac* aber eine
„ganze Magnetnadel ist, deren Nordpol am Ende
„*a*, der Südpol aber bey *c*, doch noch in dem
„Theil *ac* ist. Wenn sich also der Nordpol eines
„Magnets B dem Nordpol *a* der Nadel nähert,
„so entfernt sich dieser, weil es ein feindschaftli-
„cher ist. Wenn sich aber die Spitze *a* der Nadel
„durch neunzig Grad vom Pole des Magnets ent-
„fernt hat, (wie in der Lage $\alpha\beta$,) so ist ihre Mitte
„*c*, bey welcher der Südpol der Nadel ist, weni-
„ger vom Nordpol B des Magnets entfernt, als
„das Ende *a* (nach dem pythagorieschen Lehrsatz).
„Der Nordpol des Magnets zieht also den Süd-
„pol der Nadel mehr an, als er den Nordpol
„zurücktreibt: die Hälfte der Nadel *ac* kann sich
„also

*) Elementa Physices, S. 307. 308. dritte Ausgabe, wo dasselbe, obgleich mit andern Worten, vorkömmt, was Muſſchenbroeck aus der Einladungsschrift anführt.

„also nicht weiter vom Magnet entfernen, und „so kann sich auch die andre Hälfte *bc* dem Magnet nicht weiter nähern: die Nadel ruhet also in „dieser Richtung, die mit einer Linie, durch die „Pole des Magnets, einen rechten Winkel macht. „Und daher kann man sagen, daß der Nordpol „des Magnets beyde Enden der Nadel von sich „stoße. Wenn aber u. s. f.

Mußschenbroeck urtheilt, daß die Beobachtungen, die er selbst angestellt, und die er in seiner Abhandlung vom Magnet, 93 Versuch, erzählt *), mit diesem Versuch nicht überein kommen, wenn die Nadel vom nördlichen Ende bis in die Mitte, oder das Centrum, über Einem (dem südlichen) Pol des Magnets gestrichen worden u. s. f. In meinem Versuche, fährt er fort, waren beyde Enden der Nadel mit dem Nordpol einer andern Nadel freundschaftlich, welches Hambergers Beobachtung gerade entgegengesezt ist; nach einem Monat wiederholte ich den Versuch, und der Erfolg stimmte mit Hambergers Beobachtung überein; denn beyde Enden der Nadel waren dem Südpol einer andern Nadel freundschaftlich. So wenig stimmen die Erfolge, bey den magnetischen Versuchen, mit einander überein, u. s. f.

Hier-

*) Dissertatio de Magnete, S. 146. 147.

Hierbey muß ich folgende Anmerkungen machen. **Erstens**, es ist wahr, wie Hamberger behauptet, daß eine stählerne Nadel *ab*, oder ein andrer kleiner eiserner Drath, wenn er von *a* nach der Mitte *c* mit dem Nordpol gestrichen worden, an beyden Enden die Kraft des Nordpols zeigt, wenn die Nadel, oder der eiserne Drath in Rücksicht des Durchmessers nicht zu lang ist. Denn ein dünner Drath läßt die magnetische Materie, und mit ihr zugleich ihre Kraft, wie ein dünner Schwamm, nur durch einen kleinen Raum durch, die durch eiserne Stangen, auch von mehreren Füßen, leicht mitgetheilt wird, wie die angeführten Versuche gelehrt haben: ob die Magnetnadeln gleich insgemein nicht so lang sind, daß sie nicht die magnetische Materie, durch die bloße Berührung mit einem starken Magnet, oder wenigstens durch das Streichen bis an die Mitte, ganz durchdringen könnte. Daß aber **zweytens** die Erklärung der hambergerschen Beobachtung auf eine falsche Hypothese gebaut sey, die daher genommen ist, daß bloß der Theil *ac* der Nadel durch das Streichen magnetisch geworden, der übrige *bc* aber bloßes Eisen sey, ohne die geringste Kraft, dies ist der Erfahrung gänzlich zuwider. Denn auf was für einen Eisendrath man auch den Magnet streiche, so wird man doch immer bemerken, daß sich die Kraft weiter erstreckt, als man gestrichen hat. Der ungestrichne Theil *bc* wird also so gut magnetisch seyn, als *ac*, und seinen Nordpol bey *b* haben, wie man leicht beobach=

beobachten kann, wenn man dieses Ende einer Magnetnadel entgegen hält. Da also die Grundstüzze dieser Erklärung zerstöhrt worden, so kann jene Meynung selbst nicht richtig seyn. Drittens, daß die Bildung der Pole der obigen Regel (Seite 56) allerdings gemäß sey, nach welcher sich in der Mitte *c* der Südpol, an den Enden *a* und *b* aber der Nordpol zeigen muß, wenn man mit dem Nordpol eines Magnets die Nadel vom Ende bis in die Mitte gestrichen hat. Es ist also gar nicht nöthig, diese Verschiedenheit mit **Muschenbroeck** von einer Unbeständigkeit der Natur herzuleiten; vielmehr muß ich mich wundern, daß dieser große Mann nicht gewahr worden ist, daß der Versuch, so wie er ihn angestellt hat, der **hambergerschen** Beobachtung ganz entgegengesezte Folgen veranlassen **müssen**; denn **Hamberger** wendete den **Nordpol**, **Muschenbroeck** aber, wie aus der angeführten Stelle erhellet, den **Südpol** zum Streichen an, daher war es der Regel ganz gemäß, daß im erstern Fall der Nordpol, im leztern aber der Südpol an beyden Enden zum Vorschein kam. So lassen sich auch die genauesten Beobachter von der Natur täuschen! daß aber **Muschenbroeck**, als er nach einem Monat den Versuch wiederholte, einen mit **Hambergers** Beobachtung übereinstimmenden Erfolg bemerkte, ist vermuthlich dem Zufall zuzuschreiben; vielleicht strich er nun die Nadel mit eben dem Pole, den der jenaische Naturforscher gebraucht hatte. — **Muschenbroeck**

scheint

scheint nicht auf die Pole Rücksicht genommen zu haben, welches doch, wenn ich die Wahrheit sagen soll, die Hauptsache war.

Endlich sieht man auch hieraus, wie behutsam man bey der Anstellung der Versuche von jener Art, die ein völlig unmagnetisches Eisen erfordern, seyn müsse, da dasselbe durch die bloße Berührung mit dem Magnet, oder dadurch, daß es einige Zeit in der Atmosphäre desselben verweilt, neue Kräfte erhält, die man ihm nothwendig zuvor benehmen muß, ehe man es zu diesen Versuchen anwendet: welches man auch entweder, wenn das Eisen klein ist, durch die Wirkung des Feuers, oder, wenn die Stangen grösser sind, durch Schläge mit dem Hammer sehr leicht bewirken kann, wie ich weiter unten noch deutlicher darthun werde.

Siebenter Satz.

Jede Eisenmasse wird in einen wahren Magnet verwandelt, und zwar in dem Augenblick, in welchem sie in die Atmosphäre, die den Pol eines Magnets umgiebt, tritt, oder denselben berührt.

Daß das vom Magnet entfernte, und aus dessen Atmosphäre genommene Eisen die Eigenschaften eines wahren Magnets besitze, ist im obigen Satz erwiesen worden, daß es aber diese,

sobald

sobald es in die Atmosphäre des Pols tritt, erlange, will ich nunmehr zeigen. Dieser Satz wird gemeiniglich nach der Analogie angenommen, da man ihn doch durch einen, wider alle Einwürfe gesicherten Versuch hätte erweisen sollen, zumal da man bey der Erklärung andrer Erscheinungen sich so oft auf denselben beruft. Die Wahrheit dieses Satzes, sag' ich, wird angenommen, weil man weiß, daß eines Theils die Magnete sich einander mit den ungleichnamigen Polen anziehen, und daß andern Theils das Eisen vom Magnet angezogen werde, und daß das angezogne und wieder abgenommene einen Pol zeige, der mit dem, an dem es gehangen, freundschaftlich ist; eine Behauptung, in deren Rücksicht ich in dem vorhergehenden Satze einige besondre Versuche erzählt habe. Und so folgert man, daß der freundschaftliche Pol schon gebildet gewesen seyn müsse, indem das Eisen noch an dem Magnet hängt, oder in seiner Atmosphäre ist. Aber woher weiß man, daß diese Folgerung gewiß sey? Wäre es nicht möglich, daß der Pol erst dann im Eisen hervorgebracht würde, wenn es, sich selbst überlassen, aus der Atmosphäre des Magnets tritt? Vornämlich, da die Kraft eines Pols, z. B. des nördlichen, wenn mehrere Eisenstücken, z. B. eine Reihe Kugeln oder Nadeln an ihn gehängt worden, so durch alle angehängte Körper fortgepflanzt wird, daß man, auch durch die genaueste Prüfung mit einer daran gehaltnen Magnetnadel, nicht entdecken kann, ob der andre freund-

schaft-

schaftliche Pol, nämlich der südliche, in dem Theil der Kugel oder der Nadel, der den Magnet berührt und so ferner in dem obern Theile jedes angehängten Körpers, schon gebildet sey. Diese Ursache war es, warum ich gegen diese allgemein angenommene Meynung lange einen Verdacht hegte: allein der folgende Versuch überzeugte mich von der Wahrheit desselben.

Siebzehnter Versuch.

An eine sehr leicht bewegliche Magnetnadel *ab* (Taf. 2. Fig. 9.), die im magnetischen Meridian ruhte, brachte ich, in eben dem Meridian, einen sehr starken Magnet AB, so daß er merklich in sie wirkte, sie aber doch nicht aus ihrer Lage, die sie von selbst angenommen hatte, brachte. A und *a* waren die Südpole, B und *b* die Nordpole. Der Raum A*b* war schon mit der magnetischen Flüssigkeit, vornämlich mit derjenigen, die zum Südpol gehörte, angefüllt. In diesen Raum legte ich hierauf das Ende einer schweren eisernen viereckigen Stange, der ich mich schon einigemal zu diesen Versuchen bedient hatte, und alsbald gieng der Nordpol der Nadel *ab* zurück, und die Nadel kam in die Lage *aβ*.

Den nämlichen Erfolg bemerkt man, wenn man die Magnetnadel näher hinzubringt, und die Seite des magnetischen Stabes in A mit der eisernen Stange berührt. Die Nadel geht aber mehr zurück, wenn man abwechselnd, und

geschwind nach einander die Stange bald an diese, bald an die andere Seite des Parallelepipedums bringt.

Diese Beobachtungen zeigen in der That deutlich, daß das Ende des eisernen Stabes, sobald es in die Atmosphäre eines Pols tritt, selbst die Eigenschaften eines magnetischen Pols, und zwar desjenigen, der mit dem, in dessen Atmosphäre es tritt, freundschaftlich ist, annimmt. Das andre Ende des Stabes hatte die Kraft des Südpols, und die ganze Stange CD war in einen wahren Magnet verwandelt worden.

Erster Zusatz. Wenn man die Stange CD in einer senkrechten, oder jeden andern Richtung gegen die Axe des Magnets, an verschiedenen Orten in die Atmosphäre bringt, die den ganzen Magnet umgiebt, so kann man leicht beobachten, wie das Ende C, das man in die Atmosphäre gebracht hat, sich bald in einen Nordpol verwandelt, wenn es in die südliche Hemisphäre OAF tritt, bald zum Südpol wird, wenn es in die nördliche OBF gebracht worden, bald auch gar keinen Pol zeigt, wenn die Stange in OF liegt, welche Linie die Mitte der Axe durchschneidet, vorausgesezt, daß der Magnet gleichartig ist, und gleich starke Pole hat.

Zweyter Zusatz. Hieraus erhellet auch, warum eine Magnetnadel *ab* an dem Mittelpunkt eines Eisenblechs C (Taf. 2. Fig. 10.), das an dem Magnet, oder wenigstens in dessen Nähe ist, angezogen zu werden scheinet, und

sich

sich von ihm, wenn der Magnet weggenommen worden ist, entfernt. Der Magnet bildet mit dem einen Pole, z. B. mit dem Südpol A, in der Mitte des Bleches C den Nordpol; da dieser aber nur schwach ist, so kann er nicht hindern, daß sich nicht die Magnetnadel mit ihrem Nordpol dem stärkern Pol des Magnets AB nähern sollte. Sobald nun AB entfernt worden, zeigt sich die Kraft des Nordpols in dem Bleche, wodurch der Nordpol *b* der Nadel *ab* zurückgetrieben wird, der sich ihm erst zu nähern schien.

Dritter Zusatz. Man sieht ferner hieraus, warum eiserne oder stählerne Nadeln, die man an Einem Pole des Magnets aufgehängt hat, mit den Spitzen, mit welchen sie den Pol berühren, oder von ihm entfernt sind, schwerlich an einander gebracht werden können; welches man doch leicht bewirken kann, wenn man die Spitze der einen Nadel, die den Pol berührt, an das untere Ende der andern aufgehangnen Nadel bringt. Mehrere ähnliche Erscheinungen, die von den Naturkündigern hin und wieder angeführt werden, muß man auf diesen Satz zurückbringen.

Vierter Zusatz. Da die Wirkung der magnetischen Flüßigkeit in eine große Eisenmasse größer ist, als in eine kleinere, die nur wie ein schwacher Schwamm wirkt; so erhellet ohne meine Bemerkung, daß die Versuche, wenn sie mit einem dünnen Drathe oder einer Nadel, deren Durchmesser klein ist, angestellt werden, nicht

den erwarteten Erfolg zeigen würden. Daher muß man stärkere Stangen hierzu wählen, z. B. Stäbe, die zwey bis fünf Fuß lang sind, wie die, deren ich oben erwähnt habe; denn die Magnetnadel entfernt sich sonst nicht genug.

Fünfter Zusatz. Wendet man die Stange CD um, so verwechseln sich alsbald die Pole.

Erste Anmerkung. Die Nadel muß ihre natürliche Lage in dem magnetischen Meridian haben, damit aller Verdacht wegfalle, daß der Rückgang der Nadel eine andre Ursache haben könnte, als den am Ende der Stange C gebildeten Pol. Denn wenn die Nadel in eine andere Stellung gebracht würde, als die sie von selbst annimmt, so würde sie daraus zurückgehen, wenn die Stange an den Pol des Magnets gebracht würde, wenn sie auch selbst keinen Pol bekäm, wie ich vorher mit vielen Versuchen erwiesen habe.

Man kann auch überdieß, um allen Verdacht eines Fehlschlusses zu entfernen, den Stab CD horizontal, und auf den magnetischen Meridian, zwischen der Nadel *ab* und den Magnet AB, senkrecht legen. Je näher der Stab der Magnetnadel ist, desto stärkere Kräfte wird der in C entstandne Pol zeigen. Denn wenn der Stab den Magnet berührt, so ist zwar der Pol, der in ihm hervorgebracht worden, stärker, doch kann man ihn in diesem Versuch nicht so gut beobachten, weil, wegen der größern Wirksamkeit des Magnets, die Wirkung des freundschaftli-

chen

chen Pols in dem Stabe fast ganz vernichtet wird. Eine Erscheinung, deren Grund man in der Folge, vornämlich aus dem 11 und 13 Satz deutlich einsehen wird.

Zweyte Anmerkung. Der Nordpol, der an dem Ende C der Stange gebildet wird, ist nicht mit dem Südpol des Magnets AB zu vergleichen. Daher wird eine Magnetnadel, die man an einer Stange hinführt, die an dem Südpol eines Magnets gebracht worden, immer mehr bewegt, je mehr sie sich dem Berührungspunkte des Magnets mit dem Eisen nähert. Daher kommt es, daß es scheint, als ob die Kraft des Südpols durch die ganze Stange wirkte. Und so muß man mich auch verstehen, wenn ich oben gesagt habe, daß sich die Wirkung des magnetischen Pols, der an die Stange gehalten wird, ganz durch dieselbe verbreite. Wenn man sich hiervon einen genauen Begriff machen will, so muß man die Wirkungen des Pols, der an dem Ende der Eisenstange hervorgebracht worden, immer von den Wirkungen des Magnets unterscheiden.

Achter Satz.

In jedem Stabe, er sey von Eisen oder Stahl, AC (Taf. 2. Fig. 11.) giebt es zwey Punkte M und N, die so beschaffen sind, daß, wenn man bey ihnen mit dem Streichen eines starken Magnets,

nets, womit man an einem Ende, wie in A, angefangen hat, aufhört, bald in A, bald in C keine magnetische Kraft hervorgebracht wird. Wenn man nämlich nur bis M gestrichen hat, so wird in A kein Magnetismus erscheinen; streicht man aber bis N, so wird er am andern Ende C mangeln; ob man schon, wenn man dieß- oder jenseits der Punkte M und N mit Streichen aufhört, einen bemerkbaren Magnetismus an beyden Enden hervorbringt.

Da diese Punkte M und N von Niemand, so viel ich weiß, bemerkt worden sind, so will ich sie, wie es mir scheint, nicht ganz unschicklich, die Punkte der Indifferenz nennen, weil die Enden der Stäbe, die bis dahin gestrichen worden, auf die Pole einer Magnetnadel ohne Unterschied (indifferent) wirken, und beyde mit gleicher Leichtigkeit anziehen.

Achtzehnter Versuch.

Ich nahm einen gehärteten Stahl AC, sechs Zoll lang und vier Linien breit, und brachte an dessen Ende A den Nordpol eines starken Magnets. Bald darauf nahm ich ihn wieder ab, und beobachtete bey A den südlichen, bey C aber den nördlichen Pol, so wie es der, im sechsten Satz

fest-

festgesetzten Regel gemäß war. Hierauf führte ich denselben Pol des Magnets an dem Stabe durch dessen ganze Länge hin, worauf die Pole umgekehrt zum Vorschein kamen, in A nämlich der Nord- und in C der Südpol, wie nach dem ebendaselbst erklärten Gesetz nothwendig erfolgen mußte.

Da also das Ende A entgegengesetzte Pole aufnimmt, nachdem entweder der Magnet blos angesetzt und abgenommen, oder an der ganzen Stange hingeführt wird; die Natur aber aus einem Zustand in den entgegengesetzten nicht durch einen Sprung übergeht; so vermuthete ich bald, daß die Kraft des zuerst in A entstandenen Pols nach und nach abnehmen müsse, und endlich ganz verschwinde, indem der Magnet durch AC fortbewegt wird; und daß dann erst der entgegengesetzte Pol entstehe, dessen Wirkung immer wächst, je nachdem sich der Magnet dem andern Ende C immer mehr nähert: daß es daher einen Raum, wie AM geben müsse, durch welchen der Magnet von A an gestrichen, an diesem Ende keinen Pol, weder den nördlichen, noch den südlichen, erweckt.

Die Erfahrung lehrte mich auch, daß diese Vermuthung nicht falsch gewesen. Denn sobald ich diesem Stabe den Magnetismus durch die Wirkung des Feuers benommen hatte, und ihn bald weniger, bald mehr weit von dem Ende A, mit dem Nordpol eines starken Magnetsstrich; (auch brauchte ich einigemal zwey gleichnamige Pole

 dazu,

dazu, damit die zu erweckende Kraft desto wirksamer werden möchte, und ich in weniger Gefahr wär zu irren); so beobachtete ich doch die stätige Abnahme des in A gebildeten Südpols, so wie sich der Punkt, wo ich mit Streichen aufhörte, weiter von A entfernte. Wenn ich aber den Stab bis zu M (der Raum AM war eine Länge von vier Zoll) strich, so vergieng alle magnetische Kraft an dem Ende A, und man konnte kein Merkmal eines Pols mehr gewahr werden. Denn wenn ich dasselbe gegen eine Magnetnadel kehrte, so zog es ihre beyden Pole gleich stark an, und von den Eisenfeilspänen, in die es gelegt worden war, hiengen sich keine, oder nur sehr wenige an.

Ich betrachtete hierauf das andere Ende des Stabes C, beobachtete aber bald, daß die Kraft des Nordpols, die sich zuerst daselbst gezeigt hatte, sehr vermindert worden war; wenn ich aber von neuem von A aus durch AN strich (eine Länge von $4\frac{1}{2}$ Zoll), so verlohr sich alle Polarkraft in C, so daß es beyde Pole einer Magnetnadel ebeu so ohne Unterschied anzog, wie im vorigen Fall das Ende A.

Wenn man aber die Grenzpunkte des Streichens dies- oder jenseits M und N nahm, so wurde alsbald an beyden Enden einige Polarkraft erweckt. Auch blieben Eisenfeilspäne an beyden Enden hängen.

Es wird in der That vielen wunderbar scheinen, daß das Eisen, das durch die bloße Berührung

rung mit einem starken Magnet so viel magnetische Kraft erhält, daß es, wenn es in Feilspäne gelegt wird, eine große Menge derselben eben so, als wie die übrigen Magnete, anzieht, nun, wenn es nach einer gewissen Länge gestrichen worden, an dem bestrichnen Ende gar keine ähnlichen Eigenschaften zeigt, just als ob es gar nicht vom Magnet berührt worden wäre. Doch wird man keine Verwunderung mehr äussern, wenn ich werde gezeigt haben, daß auch diese Erfolge von dem im sechsten Satz erklärten Gesetz abhängen.

Das Streichen ist von der Berührung, die in einzelnen Punkten der Oberfläche statt findet, nicht unterschieden. Zufolge jenes Gesetzes aber wird angenommen: daß, wenn man irgendwo an eine eiserne Stange den Pol eines Magnets bringt, derjenige entsteht, welcher mit diesem freundschaftlich ist, wenn der Magnet abgenommen wird, wo sich aber dieser endigt, fängt der entgegengesetzte an. Der Pol ist aber nicht ein Punkt, sondern eine weite Fläche, die sich vom Berührungspunkte gegen beyde Seiten erstreckt. Man bewege nun den Magnet mit seinem Nordpol an der Stange A C hin, und bleibe in M oder einem andern ähnlichen Punkte stehen, wenn also A M genau der Raum ist, durch den sich die Kraft des Südpols von der einen Seite des Punkts M fortpflanzt, so wird in A die Grenze des Südpols und der Anfang des Nordpols seyn,

daher kann sich in A keine Polarkraft zeigen, und folglich ist in M der Eine Punkt der Indifferenz.

Obgleich in unserm Fall das Ende C dem Punkt M, der Grenze, wo man zu streichen aufgehört hat, näher ist als A; und man daher glauben sollte, daß in ihm ein schon merkbarer Südpol hervorgebracht seyn müßte: so beobachtet man doch das Gegentheil, weil der Nordpol, der Anfangs in C war, erst weggebracht werden muß; ein Endzweck, den man vollkommen erlangt, wenn der Magnet bis in N fortgerückt wird, und zwar so, daß die Kraft des Südpols, der vom Magnet an dem Ende C gebildet wird, mit dem Nordpol, der vorher da war, von gleicher Wirkung werde. Da sich also auf diese Art die Pole unter einander zerstören, so wird das Ende C in beyde Pole der Magnetnadel ohne Unterschied wirken, und man wird in N den andern Punkt der Indifferenz finden.

Anmerkung. Wenn ich behaupte, daß der Strich A M genau die Länge ausdrücke, durch welche die Kraft des Südpols fortgepflanzt wird, wenn der Nordpol des Magnets bis M geführt worden, so urtheile ich nach dem Schein, in wie ferne nämlich der Südpol der Magnetnadel, da, wo sich dieser Raum endigt, nicht mehr zurückgestoßen wird. Allein in der Folge werde ich erweisen, daß der Südpol eigentlich nicht in diesem Punkte aufhöre, sondern daß er so abgenommen habe, daß er dem Nordpol gleiche, der

zu-

zugleich vom Punkt M anfängt, und beständig zunimmt, indem der andre abnimmt. So muß man mich auch verstehen, wenn ich an mehreren Orten auf eine ähnliche Art von dieser Sache reden werde.

Erster Zusatz. Es erhellet hieraus, daß das Gesetz, das ich im sechsten Satz angeführt habe, und worinnen bestimmt wird, daß, so oft man durch Streichen mit einem Magnet den Magnetismus in einem eisernen Stabe hervorbringen will, allemal an dem Orte, wo man zu Streichen angefangen hat, der Pol, dessen man sich zu dieser Absicht bedient, und wo man aufhört, der entgegengesetzte entstehe, daß dieses Gesetz, sag' ich, nicht allgemein sey, wie viele zu voreilig geurtheilt haben, sondern daß es nur dann gelte, wenn entweder der ganze Stab, oder derselbe doch wenigstens bis über den ersten Punkt der Indifferenz gestrichen worden ist: denn wenn man in einer geringern Entfernung, als bis zum ersten Punkt der Indifferenz, von dem Ende, wo man zu Streichen angefangen hat, aufhört, so wird an diesem Ende nicht der Pol, dessen man sich zum Streichen bedient, sondern der entgegengesetzte beobachtet werden.

Zweyter Zusatz. Wenn man also mit einem starken Magnet an einer eisernen unmagnetischen Stange, der ganzen Länge nach, hinstreicht, so erleiden die beyden Enden, und alle dazwischen liegende Punkte, drey verschiedne Verände=

änderungen. Sie erlangen durch einen daran gebrachten Magnet die Kraft eines Pols, diese verlieren sie bald, und nehmen endlich die Kraft des entgegengesetzten an. Diese drey unter sich verschiedne Zustände kann man auch genau unterscheiden, wenn man mit dem Stab CD (Taf. 2. Fig. 9.), wenn die Nadel *ab* etwas entfernt worden, langsam an dem Pol des Magnets A hinstreicht *).

Neunter

*) Auf diesen Satz, den ich, wie Jedermann gestehen wird, zuerst festgesetzt habe, bin ich a priori, durch Anwendung des Gesetzes der Stätigkeit gekommen. Denn daß dieses bey der Entdeckung der Gesetze der Natur von großem Nutzen sey, habe ich mehr als einmal erfahren, und ich erinnere mich, einst das Daseyn vollkommen harter Körper aus eben diesem Gesetz der Stätigkeit bestritten zu haben. Dies glaube ich derjenigen Gelehrten wegen anmerken zu müssen, welche die Anwendung metaphysischer Grundsätze in der Naturlehre verwerfen. — Doch leistet uns nicht jede Metaphysik diesen vortreflichen Nutzen, sondern die, welche die Deutschen zu Urhebern hat, ist, wenn ich die Wahrheit gestehen soll, am meisten zu empfehlen. — Uebrigens beobachtet man diese Punkte in jedem Eisen, wenn es auch noch so dünne, z. B. wie ein Eisendrath, oder so dick, wie ein Stab, ist, der die Gestalt eines Parallelepipedums, dessen Seiten einen Zoll breit sind, hat.

Neunter Satz.

Die ersten Punkte der Indifferenz sind bey dünnern eisernen Dräthen weniger von dem Ende, wo man zu Streichen angefangen hat, entfernt, als bey stärkern Stäben, von gleicher Länge. Die zweyten Punkte der Indifferenz aber sind in allen eisernen Stangen oder Dräthen, von gleicher Länge, fast in gleicher Entfernung von dem genannten Ende.

Diese beyden Behauptungen habe ich durch sichere, und einigemal wiederholte Versuche bestätigt gefunden.

Neunzehnter Versuch.

Ich nahm fünf eiserne Dräthe, A,B,C,D,E, die alle einen halben Fuß lang waren, und deren Durchmesser sich unter einander, wie 1, $1\frac{1}{4}$, 2, $2\frac{1}{8}$, $3\frac{1}{8}$, verhielten, und theilte ihre Länge in 24 gleiche Theile; nachdem ich sie gestrichen hatte, beobachtete ich den ersten Punkt der Indifferenz in A, in einer Entfernung von 7 solchen Theilen von dem Ende, wo ich zu streichen angefangen hatte. In B aber in einer Entfernung von 8, in C von 9, in D von 11, und in E von 11+ solchen Theilen. Die zweyten Punkte

Punkte der Indifferenz aber waren alle fast in gleicher Entfernung, nämlich nach 18 Theilen.

Wenn Stäbe von verschiedner Länge zu diesem Versuch genommen werden, so kömmt ein andres Verhältniß der Entfernung der Indifferenzpunkte von einander, und von dem ersten Ende zum Vorschein. Ob aber dieses Verhältniß beständig sey, und auf Rechnung gebracht werden könne, habe ich noch nicht untersucht *).

Erste

*) Hier muß man beym Allgemeinen stehen bleiben, wie aus folgenden Versuchen erhellen wird. Ich nahm verschiedne, von allem Magnetismus, (so weit man dies ohne Feuer erlangen kann,) befreyte eiserne Dräthe, deren Durchmesser eine Linie war; die Länge aber und die Entfernungen der Indifferenzpunkte vom ersten Ende AM und AN, und des zweyten Indifferenzpunktes, von dem Ende, gegen welches gestrichen wurde, CN waren, (nachdem ich die Dräthe mit einem starken Magnet gestrichen hatte,) folgende:

Länge der Dräthe	24'''	48	72	96	120	144
AM	13	20	30	32	32+	32+
AN	15½	32	45½	64	88	1[illegible]
CN	8½	16	26½	32	32	32

Als ich hierauf diese Dräthe hatte ausglühen, und im magnetischen Aequator erkalten lassen, so beobach-

Erste Anmerkung. Es ist hinlänglich bekannt, daß, wenn man eiserne Stäbe nach entgegengesetzten Richtungen streicht, der Magnetismus oder die Pole, die durch das vor-

obachtete ich, nachdem ich sie mit demselben Magnet gestrichen hatte, folgende Entfernungen:

AM	$12\frac{1}{2}$	20	22	23	24−	24+
AN	15−	36.−	50	74+	98	122
CN	9	12	22	22	22	22

Hieraus lernen wir, 1) daß der erste Indifferenzpunkt von dem Ende A, und der zweyte von dem Ende C, zwar desto weiter entfernt sey, je länger die Dräthe sind. — Daß es aber doch eine gewisse Länge des Draths gebe, über welche hinaus die Entfernung beyder Punkte von ihren Enden nicht größer werde. — Diese bestimmte Länge des Draths kömmt ohne Zweifel von dem Verhältniß her, das zwischen dem Eisen und der Stärke des Magnets, dessen man sich zum Streichen bedient, statt findet.

2) Daß das Verhältniß der Linien AM, AN und CN gegen einander, und also auch des kulminirenden Punktes (man sehe die zweyte Anmerkung zu diesem Satz) gegen jene, etwas anders zum Vorschein komme, wenn die Dräthe vorher dem Feuer ausgesetzt worden. Ohne Zweifel wegen der veränderten Härte des Eisens.

vorhergehende Streichen gebildet worden, durch das letztere wieder zerstört, ja in entgegengesetztem Verhältniß erweckt werden: daß dieser Endzweck aber auch durch das Streichen nach Einer Richtung erhalten werden könne, wenn man nur an den rechten Punkten mit Streichen aufhört, habe ich bey diesen Versuchen gelernt. Man nehme z. B. einen Drath oder eine Stange von Eisen A C (Taf. 2. Fig. 11.) die, wenn sie mit dem Nordpol B des Magnets SB von A nach C gestrichen worden, in A den nördlichen, in C aber den südlichen Pol erlangt: und streiche hierauf in eben der Richtung noch einmal, bleibe aber bey D oder E stehen, (welchen Punkt man durch Versuche entdecken muß, denn er verändert sich nach der Länge und Dicke des Drathes,) so wird der Südpol in C bald verschwinden, ja wenn man fortfährt zu streichen, so wird der Nordpol an dessen Stelle kommen. Auf ähnliche Art wird in A der Südpol entstehen.

Wenn die Stange von einem größern Durchmesser, aber kürzer ist, so daß ein starker, an einem Ende angebrachter Magnet seine Wirkung leicht, und ziemlich stark, durch die ganze Stange verbreitet, so ist es hinreichend, wenn man den Pol des Magnets an das Ende hält, von dem man einigemal bis an das andre Ende gestrichen hat, und ihn dann wieder abnimmt; denn auch so werden die Pole verwechselt.

Zweyte Anmerkung. Den ersten Theil des Satzes habe ich durch alle Versuche, die ich bisher angestellt, bestätigt gefunden, was auch für ein Verhältniß unter den Durchmessern der Dräthe statt finde, wenn sie nur mit Einem Magnet gestrichen, und von gleich hartem Eisen sind. — Auch der zweyte Theil ist wahr, wenn er nur, wie ich im Satz selbst gesagt habe, bloß auf Dräthe von geringerer Länge und Durchmesser eingeschränkt wird, wie sie in dem beygefügten Versuch vorkommen. — Nimmt man aber längere Stangen, die z. B. einen, zwey, oder drey Fuß lang, und auch dicker, z. B. einen Zoll dick sind, mit dünnern Dräthen, dann kann der Unterschied, in Rücksicht des zweyten Indifferenzpunktes, größer und merkbarer seyn, wie Herr J. H. van Swinden, mein Nachfolger im philosophischen Lehramt auf der Akademie zu Franeker, durch viele Versuche gezeigt hat. Dieser Gelehrte hat die von mir 1765. erfundnen Indifferenzpunkte für so wichtig gehalten, daß er mit vieler Mühe ihre Theorie untersucht hat. Hierdurch erhielten wir ein vortrefliches Werk unter der Aufschrift: Tentamina Theoriae mathematicae de Phaenomenis magneticis. *Specimen Primum*, sistens principia generalia ad novam punctorum indifferentiae et puncti culminantis Theoriam. — Herr van Swinden setzt nämlich zu meinen Indifferenzpunkten noch einen kulminirenden, mit dem es folgende Bewandniß hat. Wenn man einen eisernen

Drath AC mit dem Pole eines Magnets, z. B. mit dem nördlichen, von A nach C streicht, so erscheint im Anfang in A der Südpol und in C der Nordpol, dessen Kraft immer zunimmt, indem man den Magnet durch einen bestimmten Raum von A fortführt. — Es ist aber ein Punkt in dem Drath AC von der Eigenschaft, daß, wenn der Magnet vom Ende A bis dahin geführt worden, alsdann die größte nördliche Kraft an dem Ende C beobachtet wird. Diesen Punkt nennt der Erfinder den **kulminirenden** (punctum culminans), weil, wenn man dies- oder jenseits dieses Punktes mit Streichen aufhört, die Polarkraft am Ende C allemal nicht so stark ist. **Herr van Swinden** zeigt durch viele Versuche, die den meinigen nicht entgegen sind, daß diese drey Punkte nicht nur von der Länge und Dicke des eisernen Drathes, sondern auch von der Härte des Eisens, und der Stärke des Magnets abhängen. — Wer übrigens die Gesetze, denen diese **Punkte der Indifferenz und Kulmination** unterworfen sind, durch Versuche entdecken will, der wird finden, daß dieß mit vieler Schwierigkeit verbunden ist. Denn die eisernen Dräthe und Stangen, die man zu diesen Versuchen anwenden will, müssen ihres Magnetismus ganz beraubt seyn; und wenn sie zu mehrern Versuchen dienen sollen, so muß man die magnetische Kraft, die das Eisen im ersten Versuch angenommen, immer wieder von neuen vertreiben, welches nicht so völlig geschehen

hen kann, daß man ganz überzeugt wird, der Drath oder die Stange sey nun unmagnetisch, und hat man überdieß nicht genau auf den Magnetismus der Erde Acht, so wird der Versuch wieder gestört werden. Denn durch die geringste Abweichung der Stange, die man für ganz unmagnetisch hält, von dem magnetischen Aequator, wird diese etwas magnetisch, und macht den Versuch rückgängig. Daher ist es kein Wunder, daß die von verschiednen Beobachtern, und zu verschiednen Zeiten angestellten Versuche verschiedne Erfolge gehabt haben.

Zehnter Satz.

Die Wirkung, die ein Magnet in eine eiserne oder magnetische Nadel äussert, entsteht aus der Wirkung der ganzen Atmosphäre, die den Magnet umgiebt: oder, welches einerley ist, Jede Wirkung des Magnets hängt nicht von Einem, sondern von beyden Polen ab.

Daß die Wirkung der Magnete aus der Wirkung einer feinen Flüßigkeit entstehe, ist im ersten Satz erwiesen worden. Diese Flüßigkeit, die den Magnet, bis auf eine ziemliche Entfernung umgiebt, nenne ich mit andern **die magnetische Atmosphäre.**

Zwanzigster Versuch.

Der Magnet SN (Taf. 2. Fig. 12.) bringe die Magnetnadel *sn* aus ihrer natürlichen Stellung im magnetischen Meridian *ab* in die Lage *sn*, wo sie ruhig bleibt; N und *n* bezeichnen die Nordpole S und *s* die Südpole. Man bringe hierauf eine eiserne Stange CD an den Nordpol des Magnets N, so wird die Nadel *sn* alsbald in die Stellung *σν* kommen, und sich so mit ihrem Nordpol *ν* dem Magnet mehr nähern. Eine ähnliche, obgleich geringere Wirkung erfolgt, wenn man die Stange nicht an das Ende des Magnets, sondern an andre Punkte, gegen die Mitte, hält.

Niemand wird diesen Erfolg daher leiten, daß die Wirkung des Magnets, in die entgegenstehende Nadel, durch die hinzugesetzte Masse Eisen verstärkt worden. Denn diese Verstärkung müßte man beständig beobachten, an welchem Punkt des Magnets man auch die Stange bringen möchte, man hat aber aus dem sechsten Versuche gesehen, daß, wenn man den entgegengesetzten Pol S des Magnets, welcher der Nadel am nächsten ist, berührt, so viel daran fehlt, daß die Stange die Wirkung des Magnets in die Nadel vergrößern sollte, daß sie vielmehr beynahe die ganze Wirkung des Magnets verschluckt, und die Nadel wieder in ihre natürliche Lage zurückgeht.

Ob also gleich die Kräfte eines Magnets durch eine jede Verbindung einer Eisenmasse mit diesem nicht vermehrt werden, so sieht man doch aus diesem Versuche, daß die Wirkung eines einzelnen Pols beständig größer wird, wenn man an den gesetzten Pol ein starkes Eisen hält. Da aber das Eisen, das, in unserm Falle, an den Nordpol des Magnets gebracht worden, dessen Kräfte verringert, ja meistens verschluckt, wie ich im dritten Satz gezeigt habe; so ist es gewiß natürlich, daß man aus dieser Abnahme die Vergrößerung der entgegengesetzten, d. i. der südlichen Polarkraft herleite, und folglich schließe, daß sich die Kraft des Nordpols bis in die südliche Hemisphäre, und sogar in den ganzen magnetischen Wirkungskreis erstrecke. Und da der mit dem nördlichen freundschaftliche Südpol auf ähnliche Art wirkt, so schließt man billig, daß alle Wirkung des Magnets von den vereinigten Kräften beyder Pole herkomme.

Es ist zwar wahr, es scheint, als ob der Südpol eines Magnets von dem am Ende einer Stange erweckten Südpole (sieh. Satz), wenn diese in die nördliche Hemisphäre des Magnets gebracht wird, etwas verstärkt werden könne, doch weiß ich aus andern Erfahrungen, daß die ganze Verstärkung des magnetischen Südpols nicht hiervon abhängt. Damit aber die Wahrheit dieses Satzes noch durch mehrere Gründe bestätigt werde, so will ich noch den folgenden Versuch hersetzen.

Ein und zwanzigster Versuch.

Man nehme eine sehr glatt geschliffne Glastafel AB (Taf. 2. Fig. 13.) und halte ein stark magnetisches Parallelepipedum NS darunter, auf die Tafel lege man eine kleine gut polirte Nadel *ab*, die sich alsbald dem Magnet nähern wird. Nach dieser Vorbereitung bringe man den Magnet mit dem Pole, der allemal von dem verschieden seyn muß, in dessen Hemisphäre die Nadel *ab* hängt (in diesem Fall mit dem nördlichen), an eine eiserne Stange, so wird die Nadel alsbald in die Lage *ae* kommen. Je näher aber die Nadel dem Aequator des Magnets gewesen ist, desto größer wird die Veränderung seyn.

Sollte es aber zutreffen, daß der Versuch, wegen des stärkern Reibens der Nadel auf der Glastafel, keinen glücklichen Erfolg zu haben schiene, so könnte man diesen Erfolg auf einem andern und leichtern Wege zu bewirken suchen, der in der That sichrer ist, als jener. Man hänge nämlich eine leichte Nähnadel mit ihrer Spitze in einer Hemisphäre, z. B. in der südlichen, eines Magnets auf, und man wird finden, daß sie ihre Lage so annimmt, daß sie sich bald gegen die Axe des Magnets neigt, bald auf ihr senkrecht steht, nachdem sie in verschiednen Punkten der Hemisphäre aufgehängt worden ist. Es ist aber auch hier besser, wenn der Punkt, indem man sie aufgehängt hat, der Mitte des Magnets näher ist, legt man hierauf den Pol des

Magnets

Magnets auf eine Eisenstange, so wird man eben die Veränderung der Lage der aufgehängten Nadel beobachten, die ich nur angemerkt habe.

Es ist zwar wahr, daß diese Veränderung nur gering ist, und deswegen einen aufmerksamen Beobachter erfordert, aber sie beweißt demohnerachtet den Satz: **daß der Magnet keine Wirkung mit Einem seiner Pole hervorbringe, ohne daß zugleich der andre etwas dazu beytrage, und sie zum Theil bestimme.** Denn die an dem Magnet aufgehängte Nadel *ab* erhält die Kraft eines neuen Magnets, dessen Südpol in diesem Fall am untern Ende *b* ist, und der daher vom Nordpol des Magnets N, kraft jenes allgemeinen Gesetzes, dessen Grund ich bald untersuchen werde, angezogen wird; denn diesem Gesetz zufolge stoßen sich die gleichnamigen Pole ab, und die ungleichnamigen ziehen sich an. Wenn also die magnetische Materie um den Pol N, welche die Neigung der Nadel nach N verursachte, verringert worden, so muß diese Neigung nothwendig auch eben so viel vermindert werden, und folglich die Nadel in die nächste Lage *ae* kommen.

Man darf aber nicht glauben, daß die nördliche Hälfte des Magnets MN diese Stellung der Nadel allein bestimmt; denn der andre südliche Theil MS trägt ebenfalls hierzu bey. Man setze, daß diese letzte Hälfte bey dem Berührungspunkt *a* in M*a* und S*a* getheilt worden; so werden beyde Theile, die den untern Theil der

Nadel abstoßen, südlich seyn: dieses Abstoßen geschieht aber in entgegengesetzter Richtung, indem der untre Theil der Nadel von M *a* nach S und von S *a* nach N getrieben wird. Wegen dieses Widerstandes also muß sich die Nadel nothwendig dahin neigen, wo die abstoßende Kraft schwächer wirkt. Diese Behauptung ist so gewiß, daß, wenn man an S eine Eisenstange hält, wodurch ein Theil der südlichen Flüßigkeit abgeführt, und daher die abstoßende Kraft von M *a* weniger geschwächt wird, die Nadel alsbald nach der Seite weicht, wo die abstoßende Kraft vermindert worden. Alle diese Erfahrungen zeigen sehr deutlich, daß **nicht ein Theil, sondern der ganze Magnet, bey der Bestimmung der Lage einer einzelnen Nadel wirke.** So muß man auch in allen übrigen Fällen urtheilen, bey welchen durch die Kraft des Magnets eine Wirkung erfolgt.

Erste Anmerkung. Das, was ich eben gesagt habe, ist zur Erläuterung der Ursache vortreflich geschickt, welche die Bildung der Reihen, welche die Eisenfeilspäne über einer Glastafel, unter der ein Magnet liegt, zeigen, hervorbringt. Denn was ich von der einzelnen Nadel behauptet habe, kann auf alle Eisentheilgen angewendet werden. Wir wollen uns daher vorstellen, daß überall um den Magnet ähnliche Nadeln gelegt worden sind, und dann die Lage untersuchen, welche sie an verschiednen Stellen haben müssen. Die eben beschriebnen Versuche

zeigen,

zeigen, daß sich die Kräfte der Pole so ausbreiten, daß sie in N und S am stärksten wirken, und wenn sie sich überall hin, so weit sich die Wirkung des Magnets erstreckt, verbreiten, beständig abnehmen. So ist z. B. die Kraft des Nordpols in N am stärksten, und indem sie sich durch NS verbreitet, und alle Zwischenräume durchläuft, wird sie immer schwächer. In jedem mit zwey Polen versehenen Magnet werden daher zwey Punkte P und p (Taf. 2. Fig. 14.) seyn, welche die **Mittelpunkte der Anziehung** sind, aus denen die magnetischen Wirkungen entspringen, und überall hingeleitet werden, wie das Licht aus einem strahlenden Punkte sich nach allen Richtungen verbreitet. Weil indessen die Theile, die zunächst an diesen liegen, selbst magnetisch sind, so wird man sich die Vertheilung der Kräfte, die von den Mittelpunkten der Anziehung fortgepflanzt werden, so vorstellen müssen, wie, wenn ein leuchtender Körper eine Reihe Gegenstände erleuchtet, die das Licht in größerer Menge einschlucken, wie z. B. Krystalle, wodurch das Licht, das von dem leuchtenden Körper kömmt, zwar schwächer wird, aber doch die Körper in der erleuchteten Reihe die Eigenschaft erlangen, daß sie, wie ein neuer, obgleich schwächer leuchtender Körper wirken. Eben so muß man auch die einzelnen Punkte, dies- und jenseits P und p, als neue Mittelpunkte ansehen, die in das nahe liegende Eisen wirken, und man muß allerdings Rücksicht auf sie nehmen, wenn man die Richtung und Geschwin-

digkeit bestimmen will, in welcher sich das Eisen dem Magnet nähert, oder an einem gegebenen Punkt angezogen wird.

Nach dieser Voraussetzung sieht man nunmehr ein:

Erstens, daß eine jede eiserne Nadel, die innerhalb der magnetischen Atmosphäre auf eine Glasplatte gelegt worden, irgendwo eine Lage annehmen müsse, die mit der Axe des Magnets parallel ist. Der Nordpol des Magnets sey z. B. N, der Südpol S, und die Nadel *ab*, die nach dem siebenten Satz gleich in einen Magnet verwandelt wird, deren Südpol in *a* und der Nordpol in *b* ist. Alle magnetische Kräfte des Nordpols, die sich von P aus durch den ganzen Magnet vertheilen, werden also das Ende *a* anziehen und *b* zurückstoßen, und so werden wieder alle Kräfte von dem Südpole des Magnets, die sich von p aus durch den ganzen Magnet fortpflanzen, *b* anziehen und *a* zurückstoßen: da sich nun aber diese abstoßenden und anziehenden Kräfte, nach der verschiednen Lage der Nadel, immer verändern, so muß es natürlich eine Lage geben, in welcher diese aus den Polen kommenden Kräfte einander gleich sind, und daher die Endspitzen der Nadel *a* und *b* von gleichen Kräften gezogen werden, und zwar die eine nach S, die andere nach N. In welchem Fall die Nadel *ab* einer Linie, welche P und p durchschneidet, oder der Axe des Magnets, parallel seyn wird.

Weil ferner dieser Parallelismus bey einem gleichartigen Magnete in die Mitte fällt, so zeigt dieß an, daß die anziehenden Kräfte der Pole, besonders betrachtet, einander gleichen, oder doch nur wenig von einander verschieden sind, daß man diesen Unterschied nicht beobachten könne. Es giebt aber, wie ich in der Folge zeigen werde, noch eine andre Verschiedenheit, die einen andern Ursprung hat, nämlich die magnetische Wirkung der Erde; jetzt aber betrachte ich nur jene, ob sie gleich sehr gering ist, ohne auf die letztere Rücksicht zu nehmen.

Zweytens, daß in einer bestimmten Lage die Nadel auf die Axe des Magnets senkrecht steht, rührt nicht von der Wirkung eines einzelnen Pols, in dessen Atmosphäre die Nadel ist, sondern von den vereinigten Kräften beyder Pole her. Denn wenn der Nordpol allein wirkte, so würde die Lage der Nadel *ab* schief, ungefähr in *aβ* seyn, aus dieser Stellung aber wird sie vom entgegengesetzten Südpole zurückgezogen und folglich senkrecht gehalten.

Drittens, die Punkte also, in denen auf diese Art die Eisenfeilspäne auf die Axe des Magnets senkrecht stehen, würden etwas weiter von den Enden entfernt seyn, wenn jeder Pol für sich allein wirkte.

Dieß alles bahnet den Weg, diese ganze Sache, wenn man einmal die Gesetze der Anziehung hinlänglich kennt, einst geometrisch zu behandeln, und die Richtung der Eisentheilgen, die

an mehrere Punkte des Magnets, gleichsam wie an Mittelpunkte, zugleich angezogen werden, zu berechnen; eine Arbeit, an die wir uns jeßt in der That noch nicht wagen dürfen. Unterdessen will ich aus diesem durch Versuche bestätigten Saß folgendes herleiten.

Erster Zusatz. An den Enden eines Magnets wirkt kein Pol besonders, wie man nach dem Schein urtheilen könnte, sondern wenn der Magnet zwey Pole hat, so wirken sie auch alle beyde an den Enden; obgleich die Wirkung des einen die des andern weit übertrift. Und so ist es zu verstehen, was einige beobachtet haben, daß es nämlich z. B. im Nordpol, der einem Südpol entgegen gekehrt worden, ausser der anziehenden Kraft, noch eine zurückstoßende gebe, welche verursache, daß der Nordpol nicht alle seine Kräfte ausübe, sondern nur die, welche der Kraft gleich ist, mit der er den Südpol des nämlichen Magnets, der mit jenem zugleich in den entgegengekehrten Südpol wirkt, übertrift. Es sind daher beyde Pole bey jeder Wirkung des Magnets unter einander genau verbunden.

Zweyter Zusatz. Wenn also der Magnet mit einem der Pole, z. B. mit dem nördlichen, eine Eisenstange berührt, und dadurch den Südpol hervorbringt, so erzeugt er zugleich die ersten Anfänge des Nordpols, welcher vom Berührungspunkt an immer zunimmt, indem der Südpol unterdessen abnimmt. In einer bestimmten Entfernung sind die Pole gleich, in einer grössern

fern aber wird der Nordpol den andern übertreffen. Und daher sieht man, warum ich in der Anmerkung zum achten Satz gesagt habe, daß an dem Ende A eines Eisenstabes AC (Taf. 2. Fig. 11.), der bis zum ersten Punkt der Indifferenz M gestrichen worden, eigentlich zu reden, die Pole nicht verschwinden, sondern vielmehr die freundschaftlichen einander gleich werden.

Zweyte Anmerkung. Die Eisenstange, die auf den Pol des Magnets gelegt wird, muß von ihm weggekehrt seyn.

Elfter Satz.

Die magnetische Flüßigkeit, die den Nordpol umgiebt, ist von der, die sich in der Nähe des Südpols befindet, verschieden. Denn es scheint nicht, daß man die verschiednen Erscheinungen, welche die Pole des Magnets zeigen, aus einer kreisförmig um den Magnet bewegten Flüßigkeit erklären könne.

Man sollte glauben, die Menschen hätten auf diesen Satz durch eine, auch nur flüchtige, Aufmerksamkeit kommen sollen. Denn was ist natürlicher, als aus der Verschiedenheit der Wirkungen auf die unter sich verschiednen Ursachen zu schließen? Doch nachdem die Naturforscher

auf

auf dem von des Cartes gezeigten Wege die Ursachen aller natürlichen Erscheinungen aus der Materie und der Bewegung herzuleiten anfiengen, so versuchten es auch diejenigen, welche dafür hielten, daß die sonderbaren Wirkungen des Magnets auf eine mechanische Art erklärt werden könnten, dieselben aus dem nämlichen Grundsatz herzuleiten. Der Erfolg dieser Versuche war, daß sie, ob sie gleich über Vieles Licht verbreiteten, doch Verschiedenes nicht deutlich daraus zu erklären war. Ja ich bin versichert, daß wenn jemand ohne alle Vorurtheile die Systeme, die bisher erschienen sind, genau prüfen würde, er mit keinem ganz zufrieden seyn könnte. Die häufigen Schwierigkeiten, die sich alle Augenblicke zeigen, und Sätze, die auf keine Beobachtungen oder Versuche gegründet sind, verursachen nicht nur, daß man ihnen schwerlich Beyfall geben kann, sondern sie machen es auch wahrscheinlich, daß das angenommene System nicht das wahre sey. Und daß dies in der That von denen gelte, die zur Erklärung der magnetischen Erscheinungen erdacht worden sind, will ich nunmehr zeigen: und ich hoffe hierdurch zugleich zu erweisen, daß mein Unternehmen, ein neues System aufzuführen, hinlänglichen Grund hat. Bevor ich aber meine Meynung selbst sage, will ich die Systeme der andern Naturforscher, mit aller möglichen Treue, doch nur kurz anführen.

Hier muß ich zuerst die Meynung des des Cartes, des Vaters der wahren Philosophie, er-

erzählen, dessen Grundsätze, so oft sie auch schon von manchem Schriftsteller der Naturlehre sorgfältig angeführt worden sind, ich hier doch wiederholen muß, damit man sehe, wie alle neuere Naturforscher aus diesem, wie aus einem Urquell, geschöpft haben. Die Sätze dieses grossen Mannes, dem unser Zeitalter sein gerechtes Lob zu ertheilen anfängt, sind folgende:

1) Es giebt eine feine Materie, die um und durch den Magnet bewegt, den magnetischen Wirbel hervorbringt.

2) Die Bewegung dieser Materie ist von zweyerley Art, und entgegengesetzt, so daß eine andre Materie aus dem Nordpol in den Südpol, eine andre aus diesem in jenen strömt.

3) Die Theilgen dieser Materie sind kleine, aber in entgegengesetzter Richtung gebogne Schräubgen; und zwar so, daß die, welche vom Nordpol kommen, auf andre Art eingedreht werden, als die vom Südpol.

4) Es giebt im Eisen viel Kanäle, die wie Schraubengänge ausgehöhlt sind, durch welche die gebognen Theilgen ein und ausgehen können. Diese sind entweder vom Anfang da, oder sie werden mit der Zeit gebildet, indem die feinsten Fäserchen so gebogen werden, daß die kleinen Schräubgen leicht durchgehen können.

5) Diese Gänge nehmen, vermöge ihrer Figur, nur die Theilgen auf, die aus dem einen Pol kommen, die aber aus dem andern nicht.

6) Die

6) Die aus dem Pol ströhmende magnetische Materie wird von der Luft abgelenkt, die stärker als der Magnet widersteht, und kehrt so zu dem andern Pol durch eine krumme Linie zurück.

7) Endlich giebt es in der Luft und im Wasser keine solchen Schraubengänge, und die magnetische Materie muß sich daher durch diese Körper schwerer, als durch das Eisen und den Magnet, bewegen.

Obgleich in diesem System einiges mit der Erfahrung streitet, einiges nach Willkühr angenommen ist; so muß man dem des Cartes doch das Lob geben, daß er zuerst eine Erklärung nach Grundsätzen vorgebracht, und daß er andre Naturforscher zu Theorien, die weniger Schwierigkeiten unterworfen sind, gleichsam geleitet hat. Denn, ohne daß ich die zu nennen brauchte, deren Lehren zugleich mit der kartesianischen vergessen worden sind, verweise ich auf den berühmten französischen Naturkündiger du Fay, der 1728 die Hypothese des des Cartes so verbesserte, daß er näher an das wahre System gekommen zu seyn scheint. Er behauptet zwar mit des Cartes, daß die Ursache der magnetischen Erscheinungen aus einem, den Magnet umgebenden Wirbel herzuleiten sey, doch glaubt er nicht, daß dieser doppelt, und in entgegengesetzter Richtung, sondern einfach sey; daß ferner die magnetische Flüßigkeit, die aus dem Südpol der Erde kömmt, in den Südpol des Magnets gehe, und durch den andern wieder heraustrete. Hierauf

auf werde sie, sagt du Fay, von der umgebenden Luft gebrochen, und kehre so zu dem Pol, durch den sie eingegangen, zurück; und endlich wären, setzt er hinzu, die Zwischenräumgen des Eisens mit den feinsten Fasern bekleidet, die durch ihre eigene Schwere in Eine Richtung kommen, wenn ein eiserner unmagnetischer Stab senkrecht gehalten wird *):

Wenn man dieses System nach der Erfahrung prüft, so ist es zwar in einigen Stücken richtig; doch scheint es in unzähligen andern den Naturforschern so wenig Genüge geleistet zu haben, daß die pariser Akademie der Wissenschaften die Untersuchung der Wirkungen des Magnets,

*) Ich habe hernach erfahren, daß du Fay nicht der erste gewesen, der sich diesen Begriff von den Zwischenräumen des Magnets gemacht hat. Der ungenannte Verfasser (Dalence') der Schrift Traité de l'aiman, Amsterdam 1687, die in den Leipziger Actis Eruditorum von diesem Jahr beurtheilt worden ist, hat sich schon einen ähnlichen Bau vorgestellt. Es ist sonderbar, daß alle Naturlehrer, welche die Erscheinungen des Magnets nicht nach des Cartes erklären, wenn sie den innern Bau des Magnets angeben wollen, fast auf dieselbe Hypothese gekommen sind. Denn was weiterhin Euler, du Tour, und beyde Bernoullis gelehrt haben, ob es gleich viel mehr ausgearbeitet worden ist, setzt doch dieselbe Bildung der magnetischen Zwischenräume voraus.

nets, als eine sehr schwere, und von niemand beantwortete Frage, allen Naturkündigern der gelehrten Welt, in den Jahren 1742, 1744 und 1746, zur Auflösung vorgelegt, und ansehnliche Belohnungen versprochen hat. Bey dieser Gelegenheit haben wir drey Abhandlungen erhalten, zu deren Ausarbeitungen so viel Scharfsinn angewendet worden ist, daß man, wenn zu irgend einer Zeit, gewiß damals hätte glauben sollen, daß die Beschaffenheit des Magnets entdeckt werden würde. Die erste dieser Abhandlungen sind wir dem berühmten Meßkünstler **Leonhard Euler** schuldig, die zweyte aber haben wir dem Herrn **du Tour**, einem Officier und Correspondenten der königlichen Akademie, und die dritte den großen Männern, **Daniel** und **Johann Bernoulli** zu verdanken. Sie nehmen alle zur Erklärung der magnetischen Erscheinungen die Hypothese von einem Wirbel an, der sich ohne Aufhören um den Magnet bewegt, Allein ich bin gewiß, daß diese Meynung unüberwindlichen Schwierigkeiten unterworfen ist; um aber meine eigne Lehre zu erweisen, wird es nöthig seyn, die Systeme dieser großen Männer vorzulegen, weil man sonst die Beweise, die ich gegen dieselben vorbringen werde, nicht versten könnte.

Eulers System kann man auf folgende Sätze zurückbringen.

1) Die Ursache der magnetischen Erscheinungen muß theils innerhalb, theils ausser dem Magnet gesucht werden.

2) Die

2) Die Ursache ausser dem Magnet ist die feine Materie, innerhalb aber ist es die besondre Einrichtung der Zwischenräume.

3) Die bestimmte Richtung, die der Magnet anzunehmen pflegt, beweißt, daß die Zwischenräume, durch welche die feine Materie fliessen muß, nach einer gewissen Richtung geordnet sind, und daß die feine Materie nur in dieser die magnetischen Körper durchdringen kann.

4) Weil aber die Magnetnadel nicht in einer zwiefachen, sondern nur in einer einzigen Stellung ruht, so ist es nothwendig, daß die Zwischenräume oder Durchgänge einander so ungleich sind, daß, wenn sie der Materie den Durchgang nach Einer Richtung verstatten, sie ihr denselben nach der entgegengesetzten verwehren.

5) Die feine Materie fließt also nur von einem Pol zum andern, und der Wirbel ist daher einfach. Aus welchem Pol sie aber fließe, ist viel zu schwer zu bestimmen.

6) Diese Zwischenräume, oder magnetischen Gänge, werden den Kanälen im thierischen Körper sehr ähnlich seyn, welche das Blut, und andre Säfte durch ihre innerlichen Hölen durchlassen, denselben aber den Rückweg verwehren; eine Wirkung, die sie vermittelst der angebrachten Klappen hervorbringen.

7) Weil nun die Natur in ihren Wirkungen stätige Gesetze befolgt, und sich zu ähnlichen Wirkungen beständig ähnlicher Ursachen bedienet, so kann man nicht zweifeln, daß die Rückkehr der feinen Materie in den Gängen durch einen ähnlichen Bau verhindert werde.

8) Es scheint daher den Gesetzen der Natur angemessen zu seyn, daß man annehme, daß die magnetischen Gänge mit ähnlichen Klappen versehen sind, wodurch bewirkt wird, daß die feine Materie in A (Taf. 3. Fig. 15.) frey genug eindringen, und bey B heraus gehen könne; daß ihr hingegen der Eintritt in B und der Fortgang nach A versagt sey.

9) Es ist wahrscheinlich, daß sie von den feinsten Fäden und Fäsergen, mit welchen die innere Hölung der Gänge besezt ist, und die sich von A nach B neigen, gebildet werden.

10) In dem noch unmagnetischen Eisen sind zwar die Zwischenräume auch befindlich, die mit den Fäsergen, welche die Klappen hervorbringen besezt sind, aber sie sind noch nicht so geordnet, daß sie stätige Gänge, in denen sich die Fäsergen alle nach einer Richtung neigten, bildeten.

11) Die feine magnetische Materie ist ein Theil des Aethers. Es ist aber der Aether eine ungleichartige Flüßigkeit, von welcher einige Theile feiner, andre gröber sind: jene durchdringen die magnetischen Gänge allein, die leztern aber bleiben ausgeschlossen, doch sind beyde Theile des Aethers mit gleicher Schnellkraft versehen.

12) Die von einander abgesonderten Materien des Aethers werden nur schwer mit einander verbunden. Eine ähnliche Beschaffenheit hat es mit allen Flüßigkeiten, die aus Theilgen von verschiedner Größe bestehen, wie man bey Wasser und Oel, oder auch bey Luft und Wasser sehen kann.

13) Man muß sich den Aether aus unendlichen Wirbeln, in denen sich die feine Materie bewegt, zusammengesezt vorstellen. Es ist aber sehr wahrscheinlich, daß die winkligen Räume, die zwischen diesen Wirbeln leer gelassen werden, mit andern weit kleinern Wirbeln angefüllt sind. Und diese Wirbel scheinen jene feinere Materie des Aethers zu seyn, welche die magnetischen Gänge durchströhmt.

Nach diesen Voraussetzungen sieht man, daß der magnetische Wirbel auf folgende Art gebildet wird.

„Wenn der Magnet nämlich in den Aether „gelegt worden, so werden dessen feinere Theil„gen, wegen der äußersten Schnellkraft, mit „viel Gewalt in jene Gänge dringen, und sich „so von den gröbern Theilen des Aethers schei„den. Hierauf werden diese Theilgen, nachdem „sie durch die Gänge gedrungen sind, am an„dern Ende hervorströhmen, wo sie, weil sie sich „mit dem umgebenden Aether nicht gleich ver„einigen können, wie von einer ungleichartigen Flüs„sigkeit abgestoßen werden; und so wird ein „Wirbel entstehen, der seine Bewegung behält, „bis die feinern Theilgen von dem umgebenden „Aether nach und nach aufgenommen, und zwi-

 „schen

„schen den größern Wirbeln wieder eingeschloßen „worden.

„Die Erde wird wegen der ungeheuren Men„ge Eisen und Magnet, die sie in sich faßt, am „meisten mit solchen Gängen erfüllt seyn, die „man in jedem Magnet antrift. Sobald als „im Anfange die Erde mit Aether umgeben wor„den war, so mußte sich um ihr ein Wirbel bil„den, der mit dem, welcher um jeden einzelnen „Magnet ist, Aehnlichkeit hatte."

Nun will ich zu den Zweifeln übergehen, die man, mit genauer Erwägung aller Umstände, wider dieses System vorbringen kann; wodurch ich doch den Ruhm des Urhebers desselben zu verkleinern nicht zur Absicht habe, aus dessen Schriften ich, wie ich mit Vergnügen bekenne, immer sehr vielen Nutzen geschöpft habe. Ich verehre mit der ganzen gelehrten Welt die großen Verdienste dieses vortreflichen Mannes, doch halte ich mich auch für überzeugt, daß es ihm nicht mißfallen werde, wenn ein Mitglied der gelehrten Republik, das nur nach der Wahrheit strebt, von einem der vornehmsten Glieder derselben abweicht.

Zuerst scheint dieses System dadurch viel von seiner Stärke zu verlieren, daß alles was von der Bewegung der magnetischen Flüßigkeit, von dem Aether und dessen verschiednen Theilen, von den magnetischen Gängen, von den Klappen u. s. f. vorgebracht wird, niemals durch eine Beobachtung bestätiget worden ist, und daß es sich nicht mehr

mehr auf die Erfahrung stützt, als das Lehrgebäude des Des Cartes. Viele Jahrhunderte aber haben uns gelehrt, wie bald alle Meynungen verschwinden, die nicht von Beobachtungen, das ist von der Natur selbst, ihre Stärke bekommen.

Zweytens scheinet es nicht, daß der Wirbel um den Magnet seine Bewegung lange behalten könne. Denn es sey z. B. die Richtung der magnetischen Materie der Erde von A nach B (Taf. 3. Fig. 16.), so wird diese mit großer Gewalt in den künftigen Magnet B C dringen. Die aus C ströhmende Materie wird zurück gebrochen werden und durch C D B und C E B wieder nach B zurükkehren. Indem sie aber durch C D B und C E B zurückgebrochen wird, nimmt sie eine der magnetischen Materie der Erde entgegengesezte Richtung an, wodurch ein Widerstand, und also hierdurch auch eine Abnahme der Geschwindigkeit entstehen muß. Daher wird die Kraft der Atmosphäre, die den besondern, in den magnetischen Strohm der Erde gelegten Magnet umgiebt, geschwächt, ja bald völlig vernichtet werden. Eine Folgerung, die den Beobachtungen so wenig entspricht, das diese vielmehr das Gegentheil zu lehren scheinen.

Nimmt man aber an, daß der nach B zurükgekehrte Strohm von dem neuen Durchgang durch B C neue Kräfte erhält, so kann man doch nicht leugnen, daß diese bald wieder abnehmen, oder wenigstens bey C stärker, als bey B, seyn müßten. Es müßte sich also ein merkbarer Un-

terschied zwischen den Kräften der Pole zeigen, welches doch nicht durch die Erfahrung bestätiget wird. Denn es ist bekannt, daß ein gleichartiger Magnet an beyden Polen ein gleiches Gewicht trägt; oder wenn es nicht gleich ist, daß doch der Unterschied so gering ist, daß man auf ihn nicht achten könne.

Niemand aber wird behaupten, daß die magnetische Materie der Erde mit so geringer Geschwindigkeit fliesse, daß durch sie nicht die Geschwindigkeit des einzelnen, durch C D B und C E B ströhmenden Wirbels merkbar vermindert werden könne.

Denn wenn man den Zuwachs der Geschwindigkeit, den die feine Materie erhält, indem sie die Gänge eines Magnets, dessen Axe nicht über einige Zoll lang ist, durchströhmt, für groß achtet, wie ungeheuer groß muß man nicht in diesem System die Verstärkung annehmen, welche eben diese Materie bekömmt, indem sie die Erde oder einen Abschnitt derselben durchströhmt! Mit einer ungeheuren Geschwindigkeit müßte also die magnetische Materie aus der Erde hervorströhmen, und auf den Magnet B C und dessen Wirbel stoßen.

Die Richtung des magnetischen Strohms der Erde wäre zwar der Richtung des Wirbels

um

um den besondern Magnet gleich, wenn sie durch den Pol C einträt, und durch B ausströhmte. Es muß aber in der That sehr sonderbar scheinen, daß die feine Materie von einer andern Seite in den Magnet B C tritt, als von welcher sie kömmt; da man zumal voraus setzt, daß C B im Anfang unmagnetisch, und daher zur Aufnahme dieses Strohms auf beyden Seiten gleich geschikt gewesen sey, auch die Fäserchen noch nicht so geordnet angenommen werden, daß sie magnetische Gänge nach einer Richtung hätten bestimmen können.

Drittens. Man kann, wenn man die Hypothese von einem einfachen Wirbel annimmt, nicht einsehen, warum eine sehr feine in einer bestimmten Stellung auf eine glatte Oberfläche, z. B. auf Wasser gelegte Nadel *a b* (Taf. 2. Fig. 14.) sich so dem Magnet nähert, daß ihre Richtung der Axe des Magnets beständig parallel bleibt, da es scheint, daß sie sich vielmehr nach dem von einem Pol zum andern ströhmenden Wirbel hätte richten, und in einer krummen Linie nähern müssen. So sieht man es wenigstens bey den Wirbeln der Luft und des Wassers, und daß es bey den magnetischen Wirbeln eben so hätte erfolgen sollen, wird jeder, der alle Vorurtheile abgelegt hat, erkennen.

Viertens. Man sieht nicht ein, warum sich das Eisen mit gleicher Geschwindigkeit beyden Polen nähern solte, so wohl, wenn man es an

den Pol hält, aus welchen die magnetische Materie ströhmt, oder in die Nähe desjenigen bringt, in welchen sie eindringt. Die magnetische Materie dringe z. B. durch den Pol A des Magnets B A (Taf. 3. Fig. 17.) ein, und man bringe das Eisen N in die Nähe desselben, so wird es die Wirkung der feinen Materie alsbald empfinden; und da es dieser mehr widersteht, als alle andere Körper, so wird es zum Pol A getrieben werden. Dies ist offenbar.

Nun setze man aber, der magnetische Strohm breche aus A hervor, und stoße auf das Eisen N, so wird eben die Geschwindigkeit und Stärke des stoßenden Strohms, und eben der Widerstand des Eisens, wie im vorhergehenden Fall seyn; wird nun also nicht auch eben die Wirkung, in entgegengesezter Richtung, erfolgen? Wird nun nicht das Eisen N vom Pol A, aus eben der Ursache, aus der es sich vorher näherte, entfernt werden? oder wenn dies nicht geschieht, wird es sich nicht wenigstens langsamer und mit minderer Leichtigkeit nähern? Ich zweifle sehr stark, ob ein andrer Erfolg, wenn die Hypothese vom einfachen Wirbel wahr ist, geschehen könne.

Unterdessen wirkt doch die Natur das Gegentheil, und der Magnet zieht das Eisen, an beyden Polen, mit gleicher Leichtigkeit an.

Fünftens. Die Stäbe, die sich in eine Spitze endigen, würden weniger Kraft haben, als Parallelepipeda mit breitern Grundflächen, weil, wenn man in dem Parallelepipedum C B

die

die Ecken durch *e b* und *f c* (Taf. 3. Fig. 19.) abgenommen hat, die magnetische Materie, die durch die Gänge *a a*, *a a*, nach der Grundfläche ströhmte, nun durch die Seiten *e b* und *f c* ausbricht, und, da sie sich bald wendet, zur Wirkung der Spitze *b c* gar nichts beyträgt. Indeß hat doch die Erfahrung gelehrt, daß die Stäbe, die sich in stumpfe Spitzen endigen, mehr Eisen tragen, als wenn sie überall gleiche Dicke haben.

Sechstens. Aus dieser Theorie hat der berühmte Verfasser die Figur bestimmen wollen, die das Eisen haben muß, wenn es die meiste magnetische Kraft äussern soll. „Um aber ein Stück „Eisen, sagt er, mit magnetischer Kraft anzu„füllen, kommt viel auf die Figur an, die es hat. „Die bequemste ist die, wenn es länglich, wie ein „Stab, gebildet worden. Denn man sieht, daß „die gerade Figur A B der halbrunden *a b* (Taf. „3. Fig. 20.) deswegen vorzuziehen ist, weil „die feine Materie, wenn sie einmal in A oder *a* „eingedrungen ist, ihren Lauf leichter in einer ge„raden Richtung verfolgt, als nach einer krum„men oder gebognen Linie. Weil sich nun die fei„ne magnetische Materie leicht durch die Zwischen„räumgen des Eisens bewegt, den größten Wi„derstand aber empfindet, wenn sie aus dem Ei„sen in den ofnen Aether tritt; so wird in dem „geraden Stab A B wenig magnetische Materie „durch die Seiten ausströhmen, sondern fast alle „nach der Länge A B durchdringen, und so wird „sie gerade nach der Länge A B ausgedehnte, und

unter

„unter sich parallele Gänge bilden, vermittelst „welcher die stärkste magnetische Kraft her„vorgebracht wird. In dem gebognen Stab *ab* „aber werden sich die krummen Gänge nicht so „leicht bilden, sondern es wird aus der erhabnen „Seite ein beträchtlicher Theil der Materie in den „Aether herausströhmen, und folglich dadurch „die magnetische Kraft geschwächt werden." (*) Daß dieser große Mann hier falsch geschlossen habe, erweist aufs neue die Erfahrung. Denn man trift vortrefliche Magnete an, welche die Gestalt eines Hufeisens haben. Ja Daniel Bernoulli erzählt (**), daß der geübte Künstler Dietrich zu Basel unter allen Gestalten, die er dem Eisen gegeben hatte, die des Hufeisens am angemessensten gefunden hat; denn er hatte in einem auf diese Art gestalteten Stabe eine so große magnetische Kraft hervorgebracht, als nie Jemand in geraden Stäben von gleichem Gewichte. Wenn Herr Euler nach solchen Versuchen seine Theorie prüfen will, so wird er sich bald von der Unwahrscheinlichkeit seiner Hypothese überzeugen. (***)

Ich

*) Dissertat. de Magnete, S. 38. §. 50.

**) Nouvelle Bibliotheque Germanique. T. XVI. Part. Prem. S. 226.

***) Herr Kroese hat neulich der kaiserlichen Akademie zu Petersburg eine vortrefliche Sammlung künstlicher, hufeisenförmig gebildeter Magnete geschenkt, mit welchen von dem großen Euler und

Ich gestehe aber gerne, daß nach der angenommenen Theorie dieses großen Mannes, die angeführte Folgerung nicht ohne festen Grund ist; da diese nun von der Erfahrung widerlegt wird, so sehe ich nicht ein, wie jene bestehen könne.

Ich könnte noch mehr Gründe gegen dieses System vorbringen, allein die angeführten können schon hinreichen, und wenn dieselben von einem von allen Vorurtheilen freyen Gelehrten überdacht werden, so wird man finden, daß sie das Gebäude umzustürzen geschikt sind, das **Euler** nach den Regeln der Kunst aufgeführt, und das so vielen gefallen hat, zu welchem doch aber schon vorher Dalence' und der große französische Naturforscher du **Fay** den Grund gelegt hatten.

Zu=

und von dem Adjunkt der Akademie, Herrn Fuß †), viel Versuche, mit dem nämlichen Erfolge, den ich hier bemerkt habe, angestellt worden sind. Denn auch diese Gelehrten haben beobachtet, daß man gewöhnlich diesen Magneten größere Kräfte mittheilen kann. Ich wünschte, daß noch hinzugesetzt worden wäre, ob man auch bey diesen Magneten Bernoullis Gesetz, daß nämlich die Kräfte mit den Oberflächen in Verhältniß stehen, bestätigt gefunden, oder ein anders beobachtet hätte.

Herr Fuß bemüht sich sehr, das eulersche System zu vertheidigen, aber er hat auch nicht eine einzige Schwierigkeit von denen, die ich hier vorgelegt habe, gehoben.

†) Iournal de Physique de Rozier.

Zugleich mit Eulern übergab Herr du Tour der königlichen Akademie der Wissenschaften seine Gedanken vom Magnet, die mit solchem Beyfall aufgenommen wurden, daß die in dieser Sache bestellten einsichtsvollen Richter kein Bedenken trugen, dem Verfasser derselben ebenfalls den Preiß zu ertheilen. Ausser der um die Erde und um jeden einzelnen Magnet wirbelförmig bewegten magnetischen Flüßigkeit nimmt er in seiner Schrift bey dem Eisen und dem Magnet einen besondern Bau an, und zwar, worüber man sich wundern muß, denselben, den schon Euler vertheidigt hatte. Der scharfsinnige Verfasser scheint aber die oben angeführte, mit der Stätigkeit und Dauer der Bewegung des magnetischen Wirbels verbundene Schwierigkeit empfunden zu haben. Er ertheilte also den feinen Fäserchen des Eisens, welche durch eine bestimmte Neigung gegen einander die magnetischen Gänge bildeten, gewisse Kräfte, durch welche die Zwischenräumgen des Magnets zusammen gezogen und erweitert würden, wodurch also die den Magnet und das Eisen durchdringende magnetische Materie beständig neue Stöße erhalte, die der Fortdauer der Bewegung angemessen wären.

Der Verfasser gesteht aufrichtig, daß er diese Kraft, vermöge der sich die Fasern des Magnets und des Eisens zusammen ziehn, und erweitern, bloß wegen der angenommenen Hypothese erdacht habe, die er Niemand aufdringen, und nur für eine geringe, und von keinem Ver-

suche

such bestätigte Muthmaßung halten wollen. Die Hypothesen aber, die man nicht anders, als durch neue ersonnene Hypothesen, hat vertheidigen können, sind mir immer verdächtig gewesen. Und um die Wahrheit zu entdecken, darf man nicht von Hypothesen zu Hypothesen, sondern von Hypothesen zu Versuchen übergehen.

Darinnen aber geht Herr **du Tour** von Eulern ab, daß er glaubt, die feine, durch den Magnet gegangne Flüßigkeit werde von der Luft abgeleitet, indem er sich durch die Versuche andrer nicht beruhigen läst, die, um zu beweisen, daß die Luft nichts zu den Wirkungen des Magnets beytrage, gezeigt haben, daß der Magnet, in einem luftleeren Raum aufgehängt, eben das Gewicht trage, als in der freyen Luft. Denn Herr **du Tour** vermuthet, daß die feine Materie, wenn die dichtere Luft aus der Glokke gezogen worden, leichter, und so in größerer Menge hinzuflieſſe, und die Kräfte des aufgehangnen Magnets etwas verstärke, wie Hartsoeker erfahren zu haben versichert. Ich versuchte daher auf eine andre Weise zu entdecken, ob die Luft hierzu etwas werde, nicht verstehen beytrage.

Zwey und Zwanzigster Versuch.

Ich verschloß den Magnet in einem Gefäße, dessen man sich bey Verdichtung der Luft bedient, und sezte die Magnetnadel an einen etwas davon

von entfernten Ort, doch nur in einer solchen Entfernung, daß der Magnet in sie wirken konnte, und bemerkte die Stellung, in der sie nach einigem Schwanken ruhte. Ich verdichtete hierauf, durch die Luftpumpe, die Luft in dem Gefäße so viel wie möglich, ich beobachtete aber nicht die geringste Veränderung in der Stellung der Nadel. Auch nachdem ich die Luft, unter einem andern Gefäße, verdünnt hatte, bemerkte ich doch beständig, daß der Magnet gleich stark in die leicht bewegliche Nadel wirkte, die magnetische Materie möchte nun entweder durch gemeine Luft, oder durch eine verdichtete, oder endlich durch eine sehr verdünnte Luft gehen.

Um zu erfahren, ob bey den Kräften des Magnets eine Veränderung statt finde, scheint mir dieser Weg sicherer zu seyn, als jener, vermittelst nach und nach angehangner Gewichte. Denn hiervon sagt Musschenbroek (o) „Wer diese „Versuche anstellt, wird große Verschiedenheiten in der Anziehung beobachten: denn wenn „man an ein magnetisches Parallelepipedum ein „gerades Stück Eisen, mit einer Wagschale, worein die Gewichte gelegt werden, hängt, so wird „das gerade Eisen von der untern Fläche des Parallelepipedums selten mit der größten Kraft angezogen werden; sondern wenn es einen Theil „des Randes berührt, und dieser Rand eine sehr „glatte Linie ist, so hab ich einigemal beobachtet, daß

(o) Philosoph. Natural. Th. 1. S. 338.

„daß das so getragene Gewicht sich zu dem obi„gen wie 3 : 2. oder 4 : 3. verhielt. Denn kaum „erhält man unter zehn Versuchen zwey sich ganz „ähnliche Erfolge.“ Hieraus erhellet also, wie leicht der einen Fehlschluß machen könnte, der daraus, wenn der Magnet im luftleeren Raum ein wenig mehr, als in der freyen Luft, tragen sollte, auf die Vermehrung seiner Kräfte im ersten Fall schließen wollte.

Die großen Männer, **Daniel** und **Johann Bernoulli**, haben sich in ihrer, der pariser Akademie der Wissenschaften übergebnen, und ebenfalls gekrönten Schrift (p) dem System des **des Cartes** mehr genähert, dasselbe verbessert, und auf neue mechanische Grundsätze gestützt. Dieses System läßt sich bequem auf folgende Sätze zurückführen.

1) Alles was sich in der Welt zuträgt, hängt von der Materie und von der Bewegung ab. Dies ist der erste Grund der ganzen kartesianischen Naturlehre.

2) Es ist kein Widerspruch, daß eine feine Materie einige Körper frey durchdringt, andre aber weniger, oder nur in einer gewissen Richtung.

3)

(p) Nouveaux Principes de Mechanique et de Physique, tendans a expliquer la nature et les Proprietés de l' Aiman. Diese Schrift ist eine von den dreyen, unter welche der Preis im Jahr 1746 getheilt worden ist.

3.) Es giebt eine feine Materie, die sich in den magnetischen Meridianen bewegt, und welche um die einzelnen Magnete in Gestalt eines Wirbels herum getrieben wird.

4.) Diese feine Materie ist eine elastische, der Luft ähnliche Flüßigkeit.

5.) Der Magnet ist ein, aus gespannten, elastischen, und parallelen Fasern, die durch eine reissende und zitternde Bewegung, vor= und rückwärts getrieben werden, zusammengesetzter Körper. Eine ähnliche Bewegung kann man an gespannten Tonseiten, und elastischen Blechen, die nach einem Schlage einen Schall von sich geben, bemerken.

Durch denselben Bau wird der nährende Saft in die Wipfel der Bäume gebracht, und das Wasser ersteigt hierdurch die höchsten Berge.

6.) Zwischen den Fasern, aus denen der Magnet besteht, giebt es Zwischenräume, oder Hölen, die mit magnetischer Flüßigkeit angefüllt sind.

7.) Diese Fasern sind inwendig mit Klappen bedeckt, welche machen, daß die Flüßigkeit sie zwar durchdringen, aber nicht zurükkehren könne. Der Grundsatz ist analogisch, denn die Natur wirkt eben so bey dem Kreislauf des Bluts und andrer Säfte im thierischen Körper. Auf der achtzehnten Figur der dritten Tafel sind solche Fasern abgebildet, die völlig dieselbe Gestalt haben,

ben, welche ihnen Euler gab. Die Verfasser bekennen, daß sie diese Hypothese von dem Engelländer Straire entlehnt haben.

Ich will also annehmen, daß die Fibern AB mit magnetischer Kraft erfüllt sind, und daß die Klappen *a c.* a c nach A hin sich in einer zitternden Bewegung befinden, so wird also die Flüßigkeit in der Hölung zur Rechten zusammen gedrückt, und zur linken breitet sie sich aus, und wird daher aus jener in diese getrieben werden. Es wird also, indem die Fasern nach A und B in einer solchen Bewegung sind, ein sehr reißender Strohm der magnetischen Materie durch die Fasern A B gebildet werden.

Die aus B gefloßene Materie wird nach und nach in A zurükkehren; denn man sieht, daß die Natur überall eine kreisförmige Bewegung hervorzubringen sich bestrebt. Es ist also deutlich, daß ein einfacher und dauernder Wirbel um den Magnet entstehen müsse. Da aber die Herren Bernoulli leicht sahen, daß ein einfacher Wirbel nicht hinreiche, die Erscheinungen des Magnets zu erklären, so nahmen sie einen doppelten an, und aus dieser Ursache setzten sie den obigen eben so viel ähnliche Fasern, aber in entgegenstehender Richtung, an die Seite, welche den andern Wirbel bilden sollten, dessen Richtung der des ersten entgegengesetzt wär; solche Fibern kann man in C D, neben A B, sehen.

8.) Die magnetische Materie verliert, indem sie sich sehr geschwind durch die Fasern be-

wegt, ihre Schnellkraft entweder völlig, oder doch größtentheils, sie erlangt sie aber nach und nach wieder, wenn sie zu dem Ende, durch welches sie zuerst eingedrungen war, zurückkehrt. Denn die Schnellkraft besteht, nach diesen Männern, in der innern Bewegung der Theile, welche in so engen Röhren leicht gehemmt, und in eine fortgehende Bewegung verwandelt wird.

Ich wenigstens muß gestehen, daß, wenn die Erscheinungen des Magnets von einem Wirbel herrührten, sie gewiß aus keinem System leichter, als aus diesem erklärt werden können: doch muß ich behaupten, daß noch Schwierigkeiten übrig sind, die, so lange sie nicht gehoben werden, (wie dies aber geschehen könne, kann ich nicht einsehen,) die Wahrscheinlichkeit dieses Systems immer zweifelhaft machen werden.

Denn erstens, wie kann wohl die Verwirrung unter den verschiednen Richtungen, der aus den besondern Polen hervorbrechenden, und immer kreisförmig bewegten Wirbel vermieden werden? Wie kann der magnetische Strohm, der aus dem Nordpol geflossen, zum Südpol zurückkehren, indem sich ein andrer aus dem Südpol nähert und mit viel größrer Kraft in den Nordpol dringt? Müßten sich nicht die Ströhme unter einander aufhalten, und die weniger widerstehende Flüßigkeit der stärker bewegten weichen, und ihre Richtung annehmen? aber so würde in kurzem aus einem doppelten ein einfacher Wirbel ent=

entstehen. Und doch muß dieser erhalten werden, wenn die magnetischen Erscheinungen von der Bewegung einer feinen Materie abhängen sollen.

Zweytens. Der Magnet, und das in einem Magnet verwandelte Eisen, wird einen Büschel von unzähligen magnetischen Fibern vorstellen, die, ob sie gleich einzeln unsichtbar sind, doch wenn sie mit einander vereinigt sind, wenigstens durch Vergrößerungsgläser sichtbar seyn müßten. Dies ist uns von den Pflanzen und Bäumen, mit deren Bauart die des Magnets übereinkommen soll, bekannt. Aber bey diesem ist nie etwas beobachtet worden, das auch nur eine entfernte Aehnlichkeit mit einer Menge Fasern hätte.

Drittens. Diese Fibern können weder alle, noch größtentheils parallel seyn, sich auch nicht von einem Pol bis zum andern erstrecken, wie diese berühmten Männer behaupten, sondern sie werden in jedem Punkt der Seiten aufhören, ja sie müssen sogar, welches vornämlich zu bemerken ist, bey einem gleichartigen Magnet, in gleichen Entfernungen von beyden Enden, auf die Axe des Magnets senkrecht stehen. Denn der Wirbel, den die um einen Magnet gestreuten Eisenfeilspäne zeigen, ist in gewissen Punkten, wie P und p (Taf. 2. Fig. 14), die man die Mittelpunkte der Anziehung nennen könnte, die von den Polen N und S gleich weit abstehen, auf die Axe des

des Magnets senkrecht, in andern neigt er sich, um den magnetischen Aequator aber ist er ihr parallel. Diese Beobachtung muß Jedermann zugeben, da die krummen Linien, welche die Feilspäne über einem Glase, unter dem ein Magnet liegt, bilden, diese verschiednen Neigungen zur Axe des Magnets zeigen, und da überdies jene Gelehrten behaupten, daß diese krummen Linien durch die Bewegung und Richtung des magnetischen Strohms hervorgebracht werden. Dies gesteht wenigstens Euler öffentlich, dessen System auch dieser und der vorhergehende Einwurf trift. Niemand aber hat uns noch von den Gesetzen, welche diese krummen Linien bey ihrer Entstehung befolgen, Rechenschaft gegeben, ja ich zweifle auch sehr, ob es nach den angenommenen Theorien geschehen könne. Wenn die Fasern, und mit diesen die Klappen, nach Einer Richtung liegen, woher kömmt denn der auf die Axe des Magnets senkrechte Strohm, der bey P und p ausbricht? Und wenn die Klappen oder Fibern in den Flächen, welche die Punkte P und p durchschneiden, auf die Axe des Magnets senkrecht stehen, warum werden sie nicht von dem übrigen Strohme, der mit stärkrer Kraft, von einem Ende zum andern ströhmt, so gebogen, daß sie alle Eine Richtung bekommen? Warum stehen die Punkte P und p immer von den Polen N und S gleichweit ab, wenn der Magnet gleichartig ist? Hätte ich diese Fragen beantworten können, ich würde gewiß das System

stem des zusammengesetzten Wirbels nicht verlassen haben, welches des Cartes erfunden, und jene beyden Männer Johann und Daniel Bernoulli so gut verbessert haben, daß ich mich kaum erinnere, je was gelesen zu haben, was mit diesem zu vergleichen wär.

Viertens. Die Pole werden, wenn ein Magnet gehörig an einen andern gestrichen wird, leicht verwechselt, und nach Willkühr an jede Stelle gebracht; es werden also auch die Fasern, oder magnetischen Gänge mit gleicher Leichtigkeit nach jeder Richtung geordnet: und da man keinen Punkt in dem Magnet angeben kann, in welchem diese Veränderung nicht statt fände, so muß der innere Bau, die Lage und Stellung unzähliger Fibern der härtesten Masse oft durch einen einzigen Strich eines starken Magnets gestört werden können. Dies ist mit keinem Versuch bestätigt, und ganz wider alle Wahrscheinlichkeit. Sollte man einwenden, diese zarten Fasern wären sehr beweglich, und äusserten wenig Widerstand; so kann man in der That bey dem bernoullischen System nicht begreifen, wie durch ihre zitternde Bewegung, und ihren Stoß dem magnetischen Strohme eine so große Geschwindigkeit ertheilt werden könne. Denn daß sich dieser mit einer fast unendlichen Geschwindigkeit bewege, wird nicht nur von den beyden Bernoulli's, sondern auch von Eulern und andern angenommen.

 Endlich

Endlich ist nicht zu vergessen, daß ich bey den angeführten und beurtheilten Verfassern auch nicht einen einzigen Versuch gefunden, aus dem sich die Bewegung der magnetischen Flüßigkeit unumstößlich gewiß beweisen ließe: denn daß sich Eisen, welches in die magnetische Atmosphäre gelegt worden, dem Magnet nähert, beweißt die Bewegung oder den Kreislauf der magnetischen Flüßigkeit in der That nicht mehr, als das im Wasser aufsteigende Holz die Bewegung des Wassers von unten nach der Oberfläche beweißt. Das Holz wird von dem sonst ruhenden Wasser in die Höhe getrieben, und ich glaube, daß das Eisen auf eine ähnliche Art an den Magnet getrieben wird, aber ich behaupte zugleich, daß dies ohne eine Wirbelbewegung der magnetischen Flüßigkeit geschehen könne.

Meine Meynung also ist diese, daß sich die magnetische Flüßigkeit nicht um den Magnet in Gestalt eines Wirbels bewege, noch daß die Erscheinungen an den Polen blos von der Richtung des Laufs, den diese feine Flüßigkeit nimmt, herkommen; sondern daß die **Wirkungen der besondern Pole von einer besondern Materie, oder feinen Flüßigkeit abhängen; und daß also die Materie, die wir die magnetische nennen, aus zwey sehr feinen Flüßigkeiten zusammengesetzt sey, von denen eine durch ihre Anhäufung an Einem Theile des Magnets den Nordpol, die andre aber, die sich an dem übrigen Theil ansammlet,**

den

den Südpol ausmacht. Der Kürze wegen will ich jene Flüßigkeit die nördliche, diese die südliche nennen *).

*) Ich habe zuerst gelehrt, daß die magnetischen Erscheinungen von zweyerley Flüßigkeiten abhängen, aber kurz nachher, als meine Schrift herausgekommen war, hat Herr Wilke das nämliche System bekannt gemacht. Meine Versuche kamen 1765 heraus, der angeführte schwedische Naturforscher aber theilte seine neue Meynung der königlichen Akademie zu Stockholm gegen das Ende des Jahres 1766 mit, wie man im 28sten Theile der vom Herrn Hofrath Kästner ins Deutsche übersetzten Abhandlungen dieser Akademie, welcher 1768 heraus gekommen, sehen kann. Wilkens Meynung die S. 316. des angeführten Theiles vorkömmt, stimmt völlig mit der meinigen überein. — Der ganze Unterschied liegt bloß in der Benennung der Flüßigkeiten. Jener theilt nämlich die magnetischen Flüßigkeiten, wie die elektrischen, in die positive und negative, ich aber gebe der einen den Namen der nördlichen, und der andern den der südlichen Flüßigkeit.

Auch Aepinus redet von einem positiven und negativen Magnetismus, aber in einem ganz andern Verstande. Jener entsteht, nach diesem Schriftsteller, durch die Anhäufung der Flüßigkeit an einem Theile des Magnets, aber dieser durch die Abwesenheit derselben an dem übrigen Theile, eben so, wie, der Behauptung der meisten Naturforscher zufolge, das Glas durch die elektrische Flüßigkeit auf der einen Seite positiv, auf der andern negativ geladen wird. — Der leichtere Durchgang der magnetischen Materie durch das

Daß aber diese beyden Flüßigkeiten verschieden seyn müssen, (vorausgesetzt, wie ich in diesem

das Eisen, als der elektrischen durch das Glas, verursacht', daß man diesem System nicht Beyfall geben kann.

Ob aber gleich die Meynungen über die Ursache der magnetischen Erscheinungen so getheilt sind; ob uns gleich über diesen Gegenstand noch viel dunkel ist, und vielleicht immer bleiben wird, so darf man doch daraus unmöglich mit dem Herrn van Swinden folgern:

1) Daß die magnetische Materie, wenn auch ihr Daseyn erwiesen wär, keinen Nutzen hätte, und daß man die Erscheinungen durch sie nicht genau erklären könne. Denn diesen Nutzen verschaft uns allerdings die magnetische Flüßigkeit, daß man durch sie die Erscheinungen dieser Art mechanisch erklären kann. Verwirft man aber die Flüßigkeit, so ist keine mechanische Erklärung möglich. – Denn, ob man gleich nicht in jedem System die Erscheinungen, wie ich hinlänglich gezeigt habe, gleich gut erläutern kann, so muß man doch das immer für das wahrscheinlichste halten, vermittelst dessen man die Phänomene am besten zu erklären im Stande ist. — Und sollten wir endlich die elektrische Flüßigkeit verwerfen, und die elektrischen Erscheinungen nicht daraus zu erklären suchen, weil Nollet, Franklin, und andre über die Art, wie die elektrischen Anziehungen und Abstoßungen, wie die Wirkung der leidner Flasche, u. s. w. hervorgebracht werden, andre Meynungen hegen?

2) Daß alle, auf die magnetische Flüßigkeit gebaute Erklärungen bloß hypothetisch wären. Ich bin der Natur, d. i. den Erscheinungen überall

sem Satz weitläuftig bewiesen habe, daß die magnetische Flüßigkeit sich nicht in einem Wirbel

überall gefolgt, sowohl um das Daseyn der magnetischen Flüßigkeiten, als auch ihr Verhältniß gegen einander zu beweisen. Nichts hab' ich von meiner Erfindung hinzugesetzt, wo die Natur nicht den Weg zeigte. Ich sage daher nichts von der verschiednen Gestalt der Theilgen aus welchen diese Flüßigkeiten bestehen, nichts von dem Bau des Eisens und des Magnets, ich sehe daher nicht ein, mit welchem Recht man meine Erklärungen bloße hypothetische nennen kann; aber wenn sie auch meistentheils diese Benennung verdienten, so glaub' ich doch, daß eine hypothetische Erklärung von einem wahrheitliebenden Naturforscher, wenn sie mit den Erscheinungen übereinstimmt, nicht unnütz sey. — Man kömmt nicht gleich durch die ersten Bemühungen zur reinen Wahrheit. — Daß es aber dem Menschen natürlich und also erlaubt sey, durch Hypothesen auf Wahrheiten, oder auf die verborgnen Ursachen zu kommen, hab' ich, wie ich mich erinnere, schon ehedem in einer besondern Rede, de sensu communi, Matheseos et Philosophiae matre erwiesen, und ich glaube, daß es nicht unnütz sey, einige meiner Gedanken, die ich vor dreysig Jahren davon gehabt habe, hier zu wiederholen. — »Es ist noch übrig, von »dem rechten Gebrauch der Hypothesen, jenem »vortreflichen Weg zur Entdeckung der Wahr»heit zu handeln. Man bemerke also, daß der »Satz des zureichenden Grundes allen Menschen »von der Natur tief eingeprägt worden, um sie »dadurch zur Nachforschung und Entdeckung der »Gründe aller Thatsachen, auch jener, die sich »im

bel um den Magnet bewege,) folgt aus diesem allgemeinen Grundsatz: **Wenn zwey Kräfte,** die

»im gemeinen Leben zutragen, zu veranlassen. »Da es uns Sterblichen aber nicht vergönnt ist, »sogleich auf die wahren und gewissen Ursachen »durchzudringen, so sind wir nicht aus Begier»de etwas zu erdichten veranlaßt, sondern von »der Natur selbst genöthiget worden, Hypothe»sen zu ergreifen, und Ursachen als wahr an»zunehmen, um aus ihnen Thatsachen, deren »Grund man erforschen will, zu erklären. »Finden sich aber, bey genauerer Untersuchung, »neue Umstände, denen die angenommenen Ur»sachen weniger entsprechen, so verläßt man die »erste Hypothese bald, und bildet sich eine andre, »die auch mit jenen Umständen, wegen welcher »man die erste verworfen hat, übereinstimmt. »Und auf diese Art kommen wir, durch verschied»ne Versuche, auf viele und sehr wichtige Wahr»heiten, wie nicht nur die Geschichte der mensch»lichen Erfindungen zeigt, sondern auch das ge»meine Leben täglich mit neuen Beyspielen bestä»tigt, die uns zugleich lehren, wie angemessen »und erlaubt diese Methode dem Menschen sey; »dieses sieht man dann besonders, wenn die Un»tersuchung die öffentliche Ruhe betrifft, z. B. »wenn ein Mensch wegen eines großen Verbre»chens vor Gericht gefordert wird, weil auf ihn »allein der Verdacht fallen könnte, wenn nicht »dem Menschen der Weg, durch Hypothesen »Wahrheiten zu entdecken, selbst von der Na»tur eröfnet worden wär.

»Da sich dieses also verhält, so kann ich mich »nicht genug über diejenigen wundern, die diese »in der Weltweisheit angewendete Methode so »ver-

die in Einen Körper wirken, verschiedne Wirkungen hervorbringen, so müssen sie selbst

„verabscheuen, daß sie versichert zu seyn schei„nen, man könne nie gut philosophiren, wenn „man nicht alle Hypothesen verbannt habe. In „der That, sehr unduldsam. Sehen sie denn „nicht, daß der Weltweise vor dem Richterstuh„le der Vernunft eben so, wie der weltliche „Richter, von offenbaren Thatsachen die verborge„nen Gründe aufsuchen muß, um über sie ein „Urtheil fällen zu können? Sehen sie nicht, daß „keiner von beyden auf die wahre Ursache kom„men kann, ohne sich vorher eine Hypothese ge„bildet zu haben? Sehen sie nicht, daß sie ganz „von dem Wege, den uns die Natur vorgezeich„net hat, abgehen, wenn sie andre Methoden „befolgen, als die Natur in unsre Seelen gelegt „hat, und selbst an dem gemeinen Menschenver„stand des rohesten Pöbels zu erkennen giebt?“ — Man darf keine Hypothesen erdenken, die nicht mit der Natur übereinstimmen, wenn wir uns nicht mit Erdichtungen begnügen lassen wollen; aber dann, wenn wir die Natur, so zu sagen, um Rath gefragt haben, ist es uns allerdings erlaubt, uns derselben zu bedienen. — Und diese Regel hab' ich bey meinem System sehr genau befolgt! — Weit entfernt, daß mich eine Neuerungssucht darzu angetrieben hätte.

3) Daß man die magnetischen Erscheinungen aus einer oder zwey Flüßigkeiten nicht erklären könne, wenn man nicht vorher den Bau, den Charakter, die Bewegung, die Wirkungsart u. s. f. derselben zeige. Wahr ist es, wenn man dies alles bestimmen könnte, so

selbst verschieden seyn. Diese Verschiedenheit der Wirkungen aber sehen wir, wenn wir die beyden Pole eines Magnets nach und nach an Einen Pol einer Magnetnadel halten.

Ich gestehe zwar, daß der innere Bau des Magnets, und des magnetischen Eisens von einer sonderbaren Beschaffenheit seyn müsse, da kein andrer Körper die magnetische Flüßigkeit sammelt und gleichsam verdickt; da sich aber auch durch Vergrößerungsgläser nichts von diesem entdecken läßt, und da wir keine Beobachtungen haben, aus denen sich, ohne Gefahr zu irren, etwas gewisses in dieser Rücksicht folgern ließ; so halt' ich es für hinreichend, mehrere Aufklärung von der Erfahrung zu erwarten, die uns zur Entdeckung der verborgnen Natur des Magnets dienen kann. Denn was einer Hypothese ähnlich

so würden wir die magnetischen Erscheinungen sehr vollkommen und genau erklären können; sollten wir aber nie anders, als unter diesen Bedingungen, Erscheinungen zu erklären suchen, so ist gewiß, daß wir auch nicht von einer einzigen Erscheinung, die wenigstens von einer feinern Flüßigkeit, z. B. vom Feuer, der elektrischen Flüßigkeit, u. s. f. abhängt, eine Erklärung geben können. — Zwischen Unwissenheit und vollkommner Erkenntniß der Sache giebt es noch unzählige Stufen, die gewiß nicht zu verachten sind, weil man darauf noch so weit von der höchsten entfernt ist.

ähnlich ist, die mehr durch die Kunst zusammengesetzt, als von selbst entstanden ist, gleicht in der That sehr einer Erdichtung. Ob ich aber gleich völlig versichert bin, daß die magnetischen Erscheinungen von zwey verschiednen Flüßigkeiten herrühren, so will ich meinem Leser doch nichts, was sich auf den innern Bau des Magnets bezieht, vorlegen, da ich mir in dieser Sache noch nicht Genüge geleistet haben. Aber ich will die Hypothesen verlassen, und die Natur selbst um Rath fragen, um von ihr zu lernen, wie die magnetischen Flüßigkeiten wirken. Denn so kann man Folgerungen machen, die auf Beobachtungen gegründet sind, und aus welchen man einzig auf die Wahrheit kommen kann.

Zwölfter Satz.

Es giebt keinen Magnetismus ohne Polarität; das ist: Es giebt keine Anziehung des Eisens an Eisen, ohne daß man nicht zugleich Pole bemerken sollte.

Die Wahrheit dieses Satzes erhellt aus vielen einzelnen Fällen. So oft man nämlich in Stahl und Eisen einige Kraft, Eisenfeilspäne anzuziehen bemerkt, so oft kann man bey diesen Körpern Pole unterscheiden, so daß sie die Eigenschaft besitzen, wenn man sie an die Enden einer Magnetnadel hält, einen Pol anzuziehen, den andern abzustoßen. Denn wenn man z. B.

in einem eisernen Drathe durch Biegen oder Brechen, einigen Magnetismus erzeugt, so daß sich Eisenfeilspäne an den Bruch anhängen, so wird man an dieser Stelle allemal einen Pol bemerken, es sey nun der nördliche, oder der südliche.

Bey größern und stärkern Eisenmassen, wie bey Ambosen, welche eine dichtere magnetische Atmosphäre umgiebt, kann man eben dies beobachten. Denn wenn man damit Versuche anstellt, so wird man sehen, daß das Eisen an den obern Theil des Amboses, und an den untern, oder an die Grundfläche zwar angezogen werde, aber man wird auch zugleich bemerken, daß diese beyden Theile ganz Pole sind, indem der obere Theil die nördliche Spitze der Nadel überall anzieht, die südliche abstößt; daß die Grundfläche aber den Südpol anzieht, und den entgegengesetzten Pol abstößt.

Ueberdies wirkt ein mittlerer Theil gegen beyde Pole der Nadel ohne Unterschied. Das nämliche gilt von allen andern Fällen, bey welchen man einigen Magnetismus entdeckt, und deren Anzahl, wie jeder Naturforscher weiß, sehr groß ist. — Ich glaube, daß man, man mag nun die magnetischen Kräfte durch Kunst hervorbringen, oder die von Natur erweckten beobachten, immer bemerken wird, daß niemals ein **Magnetismus ohne Polarität statt finde.**

Eben dies ist die Meynung des Herrn Aepinus gewesen (Tentam. Theor. Electr. et Magnet. S. 92.).

S. 92.). Hieraus folgt, daß, wenn Ein Pol zerstört worden, der andre zugleich mit zerstört werde. — Ferner daß die Pole, wenn man alle Polarkraft betrachtet, beständig von gleicher Wirksamkeit sind, ob sie schon, ungleich vertheilt, verschiedne Wirkungen zu haben scheinen.

Dreyzehnter Satz.

Die Wirkung eines Pols, um die magnetische Kraft in Eisen zu erwecken, ist um so viel stärker, je reiner sie ist; das ist, je weniger die Wirkung des freundschaftlichen Pols damit vermischt ist. Und wenn die freundschaftlichen Pole der Magnete oder Eines Magnets, in einem eisernen Drath oder Stab, oder jeden gegebnen Punkt von diesen, gleich stark wirken, so wird keine magnetische Kraft darinn erweckt.

Die Wahrheit dieses Satzes leuchtet aus dem Obigen ein. Denn ich habe im zehnten Satz erwiesen, daß sich die Wirkung Eines Pols in das Eisen, das angezogen wird, nie allein äussere, sondern beständig mit der Wirkung des freundschaftlichen Pols vereinigt sey: und daß jene, wenn diese erst abgeleitet, und so viel wie möglich verringert worden, reiner und stärker werde. Ueberdies ist im achten Satz dargethan worden, daß, wenn man bis an das En-

de eines Eisendrathes, und sogar auch bis an jeden gegebnen Punkt desselben, die Wirkung der freundschaftlichen, etwas starken Pole gleichförmig fortpflanzt, alsdann kein Magnetismus entstehe, sondern ein Punkt bestimmt werde, den ich mit dem Namen der Indifferenz bezeichnet habe. Diese, in den angeführten Stellen weitläuftig aus einander gesetzten, und durch die Erfahrung bestätigten Behauptungen kann man noch, zum fernern Erweiß dieses Satzes, folgendes beyfügen.

Drey und zwanzigster Versuch.

Man kehre die freundschaftlichen gleich starken Pole zweyer ziemlich starken Magnete gegen einander, und bringe sie bis auf eine geringe Entfernung, z. B. bis auf einen Zoll, an einander, dann halte man einen dünnen Eisendrath zwischen beyde, nämlich in den Raum, der sich zwischen beyden Polen befindet; so wird er, wenn er Einem Pole näher gewesen, als dem andern, mit merkbarer magnetischer Kraft erfüllt werden, und alsbald feste Pole erlangen, nach Verhältniß des Pols, in dessen Nähe er gebracht worden. Den südlichen z. B. wird er erlangen, wenn er dem Nordpole des Magnets am nächsten gewesen, und umgekehrt. Auch wird dieses Ende, wenn man es in Feilspäne legt, viel davon anziehen. Allein, nun versuche man es, diesen Drath einige Zeit von beyden Polen gleich weit

ent-

entfernt zu halten, so wird die Wirkung beyder Pole in den Drath gleich seyn; nun nehme man denselben aus der Atmosphäre, welche die beyden Enden der Magnete umgiebt, und lege ihn in Eisenfeilspäne, so wird man finden, daß sich auch nicht das geringste Theilgen daran hängt. Auch wenn man eine Magnetnadel daran hält, wird man nicht bemerken, daß Ein Ende mehr, als das andre, angezogen werde.

Sind die Magnete, deren man sich bedient, nicht von gleicher Stärke, so muß man das Ende des Drathes in den Mittelpunkt der Polarkräfte legen, welcher sich aus der gegebnen mittlern Entfernung beyder Pole, und aus den Kräften der freundschaftlichen Pole bestimmen läßt. Oder man wird durch Hin- und Herfahren mit dem Ende des Drathes bald den Punkt entdecken, wo der Drath von den Kräften der freundschaftlichen Pole gar nichts empfindet.

Erster Zusatz. Da die Wirkung der Pole von der Wirkung der feinen magnetischen Materie abhängt (Erster Satz), welche die Pole umgiebt; so folgt, daß, wenn diese beyden Flüßigkeiten, die den Südpol, und dessen freundschaftlichen Nordpol umgeben, in einen Punkt eines Eisendrathes gleichförmig wirken, kein Magnetismus darinnen hervorgebracht werden könne. Denn die Eisenfeilspäne hängen sich an so einen Drath nicht stärker, als wenn gar keine magnetische Materie in ihn gewirkt hätte.

Zweyter Zusatz. Da die magnetische Materie in allem Eisen verborgen ist (zweyter und dritter Satz), das Eisen aber vor sich, das ist, ohne Beziehung auf die Erde, als einen großen Magnet betrachtet, unmagnetisch ist, so glaub' ich, daß es, vermöge des obigen Zusatzes, mehr als wahrscheinlich sey, daß die feinen Flüßigkeiten, sowohl die, welche dem Nordpol, als die, welche dem Südpol eigen ist, von Natur in allem Eisen in gleicher Menge vertheilt sind; oder, welches einerley ist, daß diese Flüssigkeiten in jedem Punkte des unmagnetischen Eisens gleichförmig wirken.

Dritter Zusatz. Der Magnetismus wird also in jedem Eisen hervorgebracht, in wieferne das Gleichgewicht zwischen den Kräften beyder Flüssigkeiten, die in Einen Punkt des Eisens wirken, gehoben wird. Wir wollen setzen, es wären z. B. in einer bestimmten Masse Eisen sechs Grade südlicher Flüßigkeit, und mit dieser eben so viel Grade der nördlichen Flüßigkeit genau vermischt, so wird in dieser kein Magnetismus zu bemerken seyn, da die Flüßigkeiten im Gleichgewichte stehen. Wir wollen ferner annehmen, es kämen durch Annäherung eines Magnets noch zwey Grade nördlicher Flüßigkeit hinzu, so wird das Gleichgewicht gehoben seyn, welches nicht wieder hergestellt wird, ausser wenn man noch eine ähnliche Menge südlicher Flüßigkeit in dem Eisen anhäuft. So lange das Gleichgewicht gehoben ist, dauert der Magnetismus, er verschwindet

schwindet aber, so bald jenes wieder hergestellt wird. Dieser Fall findet bey dem Eisen statt, welches die Pole eines natürlichen Magnets verbindet. Denn es trägt sich zu, daß ein solches Eisen, wenn man es an einen einzelnen Pol aufhängt, einen merkbaren Magnetismus an seiner ganzen Oberfläche zeigt, so daß es nach Verhältniß der Stärke des Pols, mehrere Eisengewichte trägt: so bald aber das andre Ende des Eisens den andern Fuß des armirten Magnets berührt, so ist der Magnetismus vorbey; denn kaum trägt das, von beyden Polen gehaltne, Eisen in seiner Mitte eine Nähnadel. Warum aber die Enden stärker anhängen, wenn man sie an beyde Pole zugleich bringt, als wenn sie von einzelnen Polen gehalten werden, werde ich bald erklären.

Vierter Zusatz. Da kein Magnetismus ohne Polarität ist (Satz 12.), eine gewisse Polarität aber dann statt findet, wenn die feine, diesem Pol zugehörende Flüßigkeit die andre an Einer Stelle übertrift (nach dem vorigen Zusatz), auch endlich jedes Eisen beyde Polar-Flüßigkeiten in gleicher Menge enthält (nach dem zweyten Zusatz dieses Satzes), so sieht man, daß das Magnetischmachen des Eisens darinnen bestehe, daß man die feinen Flüßigkeiten, die unter sich und mit dem Eisen genau verbunden sind, scheide, und die von einander getrennten Materien an Einem Theil der Oberfläche mehr anhäu-

se, als an dem andern. Wenn man z. B. die magnetische südliche Flüßigkeit, die von Natur in jedem Eisen ist, an Einem Ende eines Eisendrathes sammlet, und die nördliche an dem andern, so wird der Drath in einen Magnet verwandelt werden, der mit beyden Polen, dem nördlichen und dem südlichen, versehen ist.

Fünfter Zusatz. **Endlich wird der erweckte Magnetismus vernichtet**, wenn man die vorher geschiednen magnetischen Flüßigkeiten, die südliche nämlich und die nördliche, wieder unter sich und mit dem Eisen genau vermischt, wodurch sie wieder durch die ganze Eisenmasse gleichförmig vertheilt werden.

Sechster Zusatz. Der Magnet wirkt nicht in das Eisen, ausser in wieferne dieses selbst magnetisch wird, oder Pole erhält. Die Pole werden oft, wenn der Magnet entfernt worden, wieder verwechselt, daher wird ein Körper von der Art auf allen Seiten von Einem Pole des Magnets angezogen. — Oft bleiben sie auch lange genug unterschieden. Viele Beyspiele davon kommen in meiner Schrift **von den Verwandtschaften des Magnets** vor.

Erste Anmerkung. Um den nur erzählten Versuch mit gewünschtem Erfolg anzustellen, muß man einen feinern Drath nehmen, weil, wenn man einen dickern Drath, der eine größere Breite hat, nimmt, an demjenigen Theil des Endes, der z. B. dem Südpol näher ist, der Nordpol entsteht, und am andern Theil der Süd-

Südpol: und so werden öfters in Einem Ende zwey freundschaftliche Pole erzeugt, die den Versuch rückgängig zu machen scheinen. Indeß hat dies Gelegenheit gegeben, eine leichte Methode zu entdecken, wodurch man ganze Seiten des Drathes mit Polen versehen kann, wie man sie jetzt meistens an den Enden hervorbringt, wovon ich unten deutlicher reden werde.

Zweyte Anmerkung. Zufrieden, durch Beobachtungen, und aus diesen gefolgerten Schlüssen die Verschiedenheit der magnetischen Flüßigkeiten erwiesen zu haben, setze ich nichts weiter von den Kennzeichen, durch welche sich beyde Flüßigkeiten von einander unterscheiden, hinzu; da mir hier die nothwendigen Zeugnisse der Erfahrung mangeln. Sollte aber jemand darum meiner Theorie keinen Beyfall geben wollen, so würden dessen Gründe sehr unzulänglich seyn. Denn wir halten uns ja durch das Zeugniß der Augen von der Verschiedenheit der Farben versichert, ob uns gleich jene eben so wenig die Unterscheidungszeichen, durch welche eine Farbe von der andern verschieden ist, zu erkennen geben. Und erkennen wir die Verschiedenheit der magnetischen Flüßigkeiten nicht eben so deutlich aus ihren Wirkungen?

Vierzehnter Satz.

Die magnetischen Flüßigkeiten sind elastisch.

Dieser Satz, den andre große Männer, ohne sich auf Beobachtungen zu stützen, angenommen haben, kann, denk ich, aus den von mir angestellten Versuchen erwiesen werden. Denn aus denen, die ich vornämlich im zehnten Satz erzählt habe, sieht man, daß, wenn man einen Theil dieser feinen Flüßigkeit, von irgend einem Theile der Oberfläche eines Magnets abgeleitet hat, alsbald die ganze Atmosphäre sich bestrebt, diesen leeren Platz auszufüllen: welches in der That nicht anders möglich zu seyn scheinet, als wenn diese Flüßigkeit elastisch ist, und daher irgend eine Kraft besitzt, sich auszubreiten, wenn an einer Stelle das Gleichgewicht der Flüßigkeiten aufgehoben worden ist.

Uebrigens ist es auch nicht schwer, die Wirkung der magnetischen Flüßigkeiten mit der, welche andre elastische Körper äussern, zu vergleichen. Man stelle sich eine hole Röhre AB (Taf. 3. Fig. 21) vor, die überall mit gleich dichter Luft angefüllt ist, und in dieser sey der Zylinder M beweglich; so ist gewiß, daß, wenn man die Dichtigkeit der Luft in MB vermindert hat, die übrige Luft in AM die Walze M nach B treiben, und ihr eine bestimmte Geschwindigkeit mittheilen wird, nachdem sie das Uebermaaß der Dichtigkeit der Luft in dem vordern Theil der

Röhre AM über jene, in dem ausgeleerten Theil MB verlangt. Und daß bey den magnetischen Flüßigkeiten ein ähnlicher Fall vorkomme, hab' ich schon S. 88. erwiesen. Denn wenn man eine etwas starke Eisenstange, z. B. von 7 bis 8 Pfund, auf den Südpol S des Magnets SN (Taf. 2. Fig. 13.) legt, und eine feine Nadel nicht weit davon aufhängt, so wird diese die Stellung *ab*, die sie von selbst angenommen, alsbald verlassen, und in die Lage *ae* kommen. Dieser Versuch, wenn man ihn genau betrachtet, bringt uns auf folgende Schlüsse. 1) Daß vor der Annäherung der Stange die Atmosphäre, die den Südpol umgiebt, in einem Gleichgewicht zu seyn genöthigt gewesen ist. 2) Nachdem das Gleichgewicht bey S durch die angebrachte Stange aufgehoben worden, so hat die umgebende Flüßigkeit eine Kraft geäussert, dasselbe wieder herzustellen, und so, wie sie zurückgetreten ist, hat sie die Nadel *ab* zugleich dahin getrieben, wo das Gleichgewicht gestört worden war. 3) Daß daher die Flüßigkeit selbst elastisch gewesen ist.

Schon das, was ich im achten Satz überhaupt von der magnetischen Flüßigkeit erwiesen habe, daß nämlich niemals eine **Wirkung** von ihr herkomme, ohne daß die ganze, den **Magnet** umgebende Atmosphäre dazu beytrage, konnte uns stark muthmaßen lassen, daß diese Flüßigkeit elastisch sey. Denn man sieht, daß sich in andern Fällen eben dieses zu-

trage, wenn es elastische Flüßigkeiten sind, welche wirken. Die Wirkung z. B. oder der Druck, den die Luft, weil sie elastisch ist, gegen eine gegebne Oberfläche äussert, hängt von der Wirkung des ganzen Dunstkreises ab, und zwar so, daß, wenn dieser verändert worden, auch jener, verändert werden muß. Im Gegentheil wird der Druck des Wassers, einer Flüßigkeit, die, wie bekannt ist, keine Elasticität besitzt, gegen den Boden eines Gefäßes, nicht durch die anliegenden Wassersäulen bestimmt, so daß jener bestehen kann, wenn auch diese alle weggenommen sind.

Niemand aber wird dadurch zweifelhaft werden, daß eine Eisenstange, die in der Fläche des magnetischen Aequators, auf die Axe senkrecht gelegt worden, in die magnetische Flüßigkeit nicht wirkt. Denn sie kann niemals in diese wirken, ausser in wieferne sie das Gleichgewicht hebt, welches zwischen der nördlichen und südlichen Flüßigkeit statt findet, wie ich im vorhergehenden Satz gezeigt habe; dies kann aber unter diesen Umständen nicht gehoben werden: denn aus dem 21sten Satz wird erhellen, daß um den Aequator, die Wirkung und Menge beyder Flüßigkeiten gleich sey, in diese wird also eine Eisenstange, in der beyde Flüßigkeiten gleich vertheilt sind (13. Satz 2. Zus.) nicht wirken. Denn schon im zweyten Satz S. 11. 12. habe ich bemerkt, daß von Natur jedes Eisen mit magnetischer Flüßigkeit gesättigt ist. Wenn dies also

in

fn eine Atmosphäre gelegt wird, die beyde Flüssigkeiten in gleicher Menge enthält, so kann es nichts mehr aufnehmen, sondern es läßt die magnetische Flüßigkeit durch, wie jeder andrer Körper, in den die magnetische Kraft gar nicht wirkt. Das Eisen erhält gewiß keine Wirkung von einer äusserlichen magnetischen Flüßigkeit, ausser wenn Eine Flüßigkeit, z. B. die nördliche, mehr als die andre daran gebracht wird, weil dadurch das Gleichgewicht der Flüßigkeiten, das in dem Eisen statt findet, gehoben wird.

Funfzehnter Satz.

Die Anziehung der freundlichen, und die Abstoßung der feindlichen Pole ist nicht dem Stoße der feinen magnetischen Materie gegen die festen Theile des Magnets zuzuschreiben, sondern sie hängt von der Wirkung der Flüssigkeiten in einander, welche die Pole umgeben, ab.

Um deutlicher zu zeigen, daß die Magnete schon in einander wirken, ehe die Flüßigkeit, die den Pol des einen umgiebt, an den Pol des andern gelangt, hab' ich folgenden Versuch angestellt.

Vier und zwanzigster Versuch.

Ich untersuchte zuerst die Weiten AB, und *a*C, durch welche sich die Wirkungen der besondern Atmosphäre, die den Magnet AM und die Nadel *ab* umgeben, verbreiten: die Grenze von beyden will ich in B und C annehmen.

Hierauf näherte ich in einer größern Entfernung den Magnet AM der Nadel *ab*, und beobachtete, daß sich die wechselseitige Einwirkung schon zeigte, so bald sich die Atmosphären bey B und C zu vermischen anfiengen; und zwar so, daß A*a*, der Raum zwischen dem Magnet und der Nadel, in welchem die wechselseitige Einwirkung der Nadel und des Magnets sichtbar wird, AB und *a*C, (die Weiten nämlich, durch welche sich die magnetischen Atmosphären, besonders betrachtet, erstrecken,) sehr übertraf, ja fast ihrer Summe gleich war. Also nicht dem Druck der feinen Flüßigkeiten gegen die festen Theile des Magnets, sondern ihrer wechselseitigen Einwirkung selbst, ist die Anziehung der freundschaftlichen und Abstoßung der feindlichen Pole zuzuschreiben.

Newton beobachtete einen etwas ähnlichen Erfolg bey dem Lichte, da er zuerst lehrte, daß die Zurückwerfung und Brechung in einiger Entfernung von den Oberflächen der Körper geschehe.

Zusatz. Der Raum, durch welchen sich die magnetische Atmosphäre erstreckt, wird also insgemein

gemein nicht recht erklärt. Denn man hält ihn immer für die Entfernung, in welcher der Magnet in eine Magnetnadel wirkt, die doch gleichfalls mit einer magnetischen Atmosphäre umgeben ist: diese Lehre muß also berichtiget werden. Denn, wenn man die wahre Grenze der Atmosphäre, die den Magnet umgiebt, wissen will, so muß man von jener Entfernung den Raum, durch welchen sich die Atmosphäre der Nadel verbreitet, abziehen. Es wirke z. B. ein Magnet in eine Nadel auf 10 Zoll, und die Atmosphäre derselben erstrecke sich durch 4 Zoll, so wird die wahre Weite, durch welche sich die Atmosphäre des Magnets verbreitet, nur 6 Zoll seyn, nicht aber, wie insgemein angenommen wird, 10 Zoll.

Doch nun wollen wir sehen, wie man aus der wechselseitigen Einwirkung der magnetischen Atmosphären die scheinbare Anziehung und Abstoßung der Pole herleiten könne.

Sechzehnter Satz.

Magnete, oder in Magnet verwandelte Eisen müssen sich an den Seiten einander nähern, wo die ungleichnamigen Flüßigkeiten (die nördliche und südliche) häufiger gesammlet sind. Insgemein wird dieser Satz so ausgedrückt: **Ungleichnamige Pole sind freundschaftlich, oder ziehen einander an.**

Wenn also bey zwey Stäben, die an den Enden A und B angehäuften ungleichnamigen Flüßigkeiten in einander wirken (Taf. 3. Fig. 23.); so ist gewiß, 1) daß beyde Flüßigkeiten in der Fläche M, welche durch den gemeinschaftlichen Mittelpunkt der Kräfte geht, und die verlängerten Axen senkrecht durchschneidet, in gleicher Menge sind. 2) Daß in den andern Flächen, welche an der Fläche M anliegen, und mit ihr parallel sind, beständig ein Uebermaaß der einen Flüßigkeit über die andre sey. Daß aber 3) dieses Uebermaaß in den nächstanliegenden sehr gering, ja unmerkbar, in dem weiter nach A und B entferntern aber immer größer werde. Nach diesen Voraussetzungen sieht man ferner aus dem 13ten Satz und dessen Zusätzen, daß die Wirkung einer magnetischen Flüßigkeit, z. B. der nördlichen, in ein nahes Eisen desto geringer sey, je größer die Menge der andern südlichen damit vermischten Flüßigkeit ist. Hieraus erhellet also, daß durch die Annäherung der ungleichnamigen Pole die Wirkung der zwischen A und B enthaltnen magnetischen Flüßigkeit in die übrige umgebende viel geringer werde, als vorher, ehe die Magnete in einander wirkten. Es sey z. B. die Wirkung der magnetischen Schichten, die auf dem äussersten Rande des Nordpols B des einzelnen Magnets stehen, = 10, und diese sey nöthig, um sie mit der übrigen Flüßigkeit, die dasselbe Ende umgiebt, im Gleichgewichte zu halten, nun nähere sich die andre südliche Flüssigkeit,

sigkeit, die den Pol des andern entgegengesetzten Magnets umgiebt, und werde mit solcher Kraft gegen diese gedachten Schichten abgeleitet, daß ihre Kraft = 8 sey; so wird folglich die übrige Wirkung, welche die Schicht an den Nordpol B in die umgebende äussert, nur noch = 2 seyn, und also viel geringer, als daß sie jener das Gleichgewicht halten könnte. Auf eine ähnliche Weise sieht man, daß in jedem Punkte des Raums BA, oder der Kugel, die man sich um M, als einen Mittelpunkt entstanden, vorstellt, das Gleichgewicht mit der äussern, den Pol umgebenden Flüßigkeit gestört sey: am meisten aber wird dies in der Fläche M, und von da immer weniger, in den zu beyden Seiten anliegenden, und immer weiter entfernten Flächen statt finden. Hieraus wird also bald in den magnetischen Schichten AD, A*d* und BC, B*c*, ein Trieb, dieses Gleichgewicht wieder herzustellen, entstehen, wodurch sich diese Schichten nach BA neigen müssen: und da sie von den Magneten, zu denen sie gehören, stark angezogen werden, so müssen sie die Magnete forttreiben, fast so, wie die Schiffe von ausgespannten Segeln fortgetrieben werden; und zwar B nach A, und A nach B. So werden sich also die ungleichnamigen Pole der Magnete anzuziehen scheinen, ob sie gleich, eigentlich zu reden, von der elastischen Kraft der feinen Materie gegen einander getrieben werden. Man vergleiche den 14. Satz.

Erste Anmerkung. Diese Erklärung bestätigen die Krümmungen, die man an den magnetischen Schichten beobachtet, wenn sich zwey freundschaftliche Pole einander nähern. Denn wenn man Eisenfeilspäne auf ein Glas gestreut hat, unter welchem man zwey freundliche Pole an einander bringt, oder wenn man eine sehr feine stählerne Nadel nach und nach in verschiednen Weiten von den Enden B und A aufhängt, so bemerket man, daß alle Schichten, deren Richtung erst *ba*, *ba*, u. s. f. war, sich nach Annäherung des freundlichen Pols nach BA neigen, und in die nächsten Lagen, *bá*, *bá*, u. s. f. fortrücken; und zwar so, daß, je näher diese Schichten den Polen B und A sind, auch desto größer die Veränderungen in den Richtungen werden. Hieraus wird nun auch folgender Zusatz deutlich.

Erster Zusatz. Die Anziehung der freundschaftlichen Pole hängt nicht sowohl von den Wirkungen der feinen Flüßigkeiten, welche die Enden der Magnete umgeben, ab, als vielmehr von dem Drucke derer, die sich von den Enden nach den Aequator des Magnets ausbreiten. Diese Behauptung ist so wahr, daß, wenn man eine große Eisenmasse nicht weit von B oder A auf den Magnet legt, durch welche die magnetische Flüßigkeit zerstreut und abgeführt wird, die Kräfte, durch welche die freundschaftlichen Pole der Magnete an einander hängen, sehr geschwächt werden.

Zweyter

Zweyter Zusatz. Ich habe in dem Beweise dieses Satzes vorausgesetzt, daß die beyden Axen der Magnete in Einer Linie liegen, aber man sieht, wenn man auch nur eine geringe Aufmerksamkeit anwendet, daß dies auch bey jeder Neigung der Axen statt finde. Es sey z. B. die Lage des A gegen B (Taf. 4. Fig. 24.) senkrecht, so wird wieder das Gleichgewicht von der Seite AB gestöhrt seyn *). Die magnetische Flüssigkeit also, die sich in BEC ausbreitet, und die zugleich von der Oberfläche in B, zu der sie gehört, sehr angezogen wird, wird dem Magnet eine krumme Bewegung nach A ertheilen.

Dritter Zusatz. Je näher die Pole B und A einander sind, desto mehr magnetische Materie von beyden Polen wird sich vermischen, und das Gleichgewicht mit dem anliegenden Schichten wird mehr gehoben werden; daher wird auch das Bestreben dieser Schichten das Gleichgewicht

*) Nämlich durch das Gleichgewicht zwischen den magnetischen Flüßigkeiten, auf der Seite, wo sich die Magnete entgegengekehrt sind, wird jenes gehoben, welches bey den einzelnen Magneten vorher statt fand. Ich untersuche hier nicht den Grund dieses Bestrebens zum Gleichgewichte, das die beyden magnetischen Flüßigkeiten äussern, und bin zufrieden, die Sache selbst durch Versuche vor Augen gelegt, und aus ihr, als aus einem festen Grundsatz, die Ursache der übrigen magnetischen Erscheinungen hergeleitet zu haben.

wicht wieder herzustellen, um so viel stärker seyn. Hieraus folgt, daß die Magnete desto stärker in einander wirken, oder sich anziehen müssen, je weniger sie von einander entfernt sind.

Vierter Zusatz. Hieraus ergiebt sich ferner, daß, wenn die magnetischen Stäbe gleich sind, ein großer Theil der Kraft der freundschaftlichen Pole auf die wechselseitige Einwirkung verwendet wird, daher wird man die geringere Wirkung dieser Pole, gegen den feindschaftlichen Pol des andern Magnets, welche in der Abstoßung besteht, ableiten können, welches auch durch die Erfahrung bestätiget wird.

Zweyte Anmerkung. Es hätte auch aus diesem Satz die Wahrheit des vorhergehenden erwiesen werden können; denn man sieht leicht, daß die Anziehung der freundschaftlichen Pole in dem Augenblicke anheben müsse, in welchem sich die Atmosphären, mit denen sie umgeben sind, zu vermischen anfangen.

Siebzehnter Satz.

Die Abstoßung der gleichnamigen Pole kann aus der Schnellkraft der magnetischen Flüßigkeiten, mit welchen sie umgeben sind erklärt werden. Insgemein wird dieser Satz so ausgedrückt: Die gleichnamigen Pole sind feindlich, oder stoßen sich ab.

Die

Die beyden Pole also B und A (Taf. 4. Fig. 25.), mögen mit gleichnamiger magnetischen Materie umgeben seyn. Diese Flüßigkeit sey z. B. die nördliche, und die Pole mögen so nahe an einander seyn, daß die Schichten AD, AD die ihnen entgegengesetzten BC, BC berühren, so wird in dem Raum O die gleichartige magnetische Flüßigkeit angehäuft werden; und da diese elastisch ist (Satz 14.), so wird sie sich nach allen Richtungen ausbreiten, wie man bey der, in einen engen Raum verdichteten Luft sieht. Die Schicht AD also wird in die nächste Lage A*d*, und eben so BC, in die nächste Lage B*c* rücken. Und dies muß mit allen übrigen Schichten geschehen, die diesen immer anliegen. Denn alle werden durch die Federkraft der magnetischen Flüßigkeit, die sich durch die Annäherung der Magnete zwischen B und A befindet, zurückgetrieben. Da aber überdies auch die Schichten AD, AD und BC, BC elastisch sind (am angef. Orte), so werden sie einen Trieb äussern, der dieser Veränderung der Lagen entgegen ist. Es wird daher eben so viel seyn, als wenn die Pole A und B mit Federn versehen wären, die durch ihre Wirkung in einander gespannt, die Magnete zurückstoßen werden. Vorausgesetzt, daß sie frey sind, und ihrer Bewegung nichts widerstehet.

Auch diese Erklärung begünstigen die Bewegungen, und nach einander folgenden Veränderungen der Lagen, in welche die Eisentheilchen

versetzt werden, die man über eine Glasplatte gestreut hat, unter welcher ein paar Magnete mit den gleichnamigen Polen an einander gebracht werden.

Erster Zusatz. Wie durch Annäherung eines magnetischen Pols an einen andern, aber freundschaftlichen, die Punkte, oder vielmehr die Fläche, in der die Eisenfeilspäne auf der Axe des Magnets senkrecht stehen, etwas zurückgehet (Satz 16.), so muß sich durch Annäherung eines feindschaftlichen diese Fläche mehr dem Ende des Magnets nähern. Eine ähnliche Lagenveränderung findet man bey allen Flächen, welche man sich in beyden Magneten, von den Polen gegen den Aequator, als senkrecht auf der Axe, denkt. Man sieht also auch in diesem Fall, was ich im ersten Zusatz des vorigen Satzes vom Entgegengesetzten angemerkt habe, daß nämlich das Abstoßen der feindlichen Pole nicht sowohl der Wirkung jener feinen Flüßigkeiten, die sich um die Enden des Magnets befinden, sondern ebenfalls dem Drucke derer, die sich von den Enden, nach dem Aequator hin erstrecken, zugeschrieben werden müsse.

Zweyter Zusatz. Ich habe in dem Beweise vorausgesetzt, daß die Axen der Magnete in Einer geraden Linie liegen, doch kann man ihn auch leicht auf jede Neigung der Axen passend machen. Die Axe des Magnets A sey z. B. auf die Axe des Magnets B senkrecht (Taf. 4. Fig. 24.), so

wird

wird sich die Flüßigkeit zwischen A und B ausbreiten, wodurch jene zurückgehen, diese aber eine Kreisbewegung nach C annehmen wird.

Dritter Zusatz. Die Flüßigkeiten, welche die feindlichen Pole umgeben, halten einander nicht auf, ausser, wenn ihre Wirkungen in entgegengesetzter Richtung sind; und daher ist diese Feindschaft oder Antipathie, wenn ich mich dieses Ausdrucks bedienen darf, nichts anders, als die entgegengesetzte Richtung, die sich aus dem Trieb, den die Schnellkraft der magnetischen Flüßigkeiten äussert, immer erklären läßt.

Vierter Zusatz. Weil die Schichten AD, AD und BC, BC selbst elastisch sind, und weil sich die elastische, in dem Zwischenraum O gleichsam verdickte Flüßigkeit nach DC und DC ausbreitet, so sieht man, daß sich die vereinigte Wirkung der gleichnamigen magnetischen Flüssigkeiten, viel weiter erstrecken müsse, als einzelne Magnete wirken: so wie auch, wegen entgegengesetzter Ursache, wenn ungleichnamige Flüßigkeiten in einander wirken, diese Entfernung nothwendig viel geringer werden muß. Welches beydes die Erfahrung bestätiget.

Fünfter Zusatz. Legt man einen Stab M (Taf. 4. Fig. 26.) zwischen die feindschaftlichen Pole, und läßt diesen die magnetische Flüßigkeit aufnehmen, so wird eine starke magnetische Kraft in ihm hervorgebracht werden, die viel beträchtlicher ist, als wenn man ihn an einen einzelnen Magnet gehalten hätte. Denn die Richtungen,

nach denen die, von dem eisernen Stab aufgenommene Flüßigkeit wirkt, sind nun nicht mehr entgegengesetzt, wie man in der Figur sehen kann, wo die Linien *aa*, *bb*, *cc*, *dd* die Richtungen anzeigen, in welchen die Flüßigkeit, die von beyden Nordpolen A und B herzuströhmt, auf allen Seiten hervorbricht.

Wenn die feindlichen Pole sehr stark sind, so wird jedes Stück Eisen, das an die Mitte des Stabes gebracht wird, sehr stark anhängen, wenn auch der Stab selbst nur schwach an den Polen hängt; da die Wirkungen der Polarflüßigkeiten, in dem Berührungspunkte der Magnete mit dem Stabe, gerade entgegengesetzt sind.

Sechster Zusatz. Wenn die feindschaftlichen Pole einander berühren, so werden sie nicht selten einigermaßen zusammenhängen, und dies wird sich allemal ereignen, wenn die Kräfte der Pole nicht gleich sind. Die stärkere Kraft des Pols B also wirkt mit ihrem Uebermaaß in diesen, als wenn er ganz ohne Polarität wäre.

Achtzehnter Satz.

Jedes Eisen muß sich dem Magnet, und umgekehrt, jeder Magnet muß sich dem Eisen nähern.

Die magnetischen Flüßigkeiten, (die südliche und die nördliche,) sind von Natur in jedem Eisen, und stehen im Gleichgewicht (Satz 13. Zus.

Zuſ. 2.). Sobald aber einer der Pole, z. B. der nördliche B, an das Eiſen MN (Taf. 4. Fig. 37.) gehalten worden, ſo wird die feine Flüßigkeit, die zu dem Pole gehört, im ganzen Eiſen, und vornämlich in dem Theile N, der dem Magnet am nächſten iſt, angehäuft werden. Hierdurch wird alſo das Gleichgewicht der Flüſſigkeiten alsbald aufgehoben. Da aber die Natur überall in ein Gleichgewicht zu kommen ſich beſtrebt; ſo muß man glauben, daß die ſüdliche, in dem Eiſen verborgne Flüßigkeit, immer einen Trieb äuſſert, dies gehobne Gleichgewicht wieder herzuſtellen. Wir haben aber oben im 13. Satz geſehen, daß dies nicht anders hergeſtellt werden könne, als durch einen gleichen Zufluß der freundſchaftlichen, ſüdlichen Flüßigkeit.

Die ſüdliche Flüßigkeit alſo, die mit der nördlichen freundſchaftlich iſt, wird nach N abgeleitet werden, da ſie vorher, ehe der Magnet daran gebracht wurde, im ganzen Eiſen gleichförmig vertheilt war Und ſo wird die Anziehung des Eiſens und des Magnets, auf den Fall der Anziehung zweyer Magnete, die mit den freundſchaftlichen Polen zuſammengebracht worden ſind, zurückgebracht, welchen Fall ich im 16. Satz deutlich aus einander geſetzt habe; ſo daß es nicht nöthig iſt, mich weitläuftiger dabey aufzuhalten, da alles, was ich dort geſagt, und deutlich erklärt habe, hi r angewendet werden kann.

Indeß kann ich doch hier nicht mit Stillschweigen übergehen, daß diese, mit Eisen und Magneten, indem sich diese Körper einander nähern, angestellte Beobachtungen meinem System so angemessen sind, daß die Wahrheit desselben, nicht mehr bezweifelt werden kann: denn nach diesem folgt, daß, wenn die Flüßigkeit um den Pol B nördlich gewesen, die ihr freundschaftliche südliche sich bey N anhäufe, und sich daher in N, in dem Augenblick, in welchem der Magnet in das Eisen zu wirken anfängt, ein Südpol bilden müsse. Und daß sich dies in der That so zutrage, habe ich durch einen Versuch im siebenten Satz bewiesen, dem man zu mehrerer Bekräftigung noch folgende Beobachtung hinzusetzen könnte, auf die ich von ohngefähr kam, als ich mich mit diesen Versuchen beschäftigte. Wenn man den Magnet AB von MN nur wenig, etwa um $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Zoll, entfernt hat, so berühre man dessen Ende B mit einem eisernen Drathe, welcher alsbald einen merkbaren Magnetismus erhalten wird, zumal wenn der Magnet stark gewesen ist. Wenn man nun mit diesem magnetischen Drathe das Eisen MN berührt, so wird man beobachten, daß er an dem Ende M, das von dem Magnet am weitsten entfernt ist, stärker anhängt, daß er aber von da nach dem Ende zu, das bey dem Magnet ist, immer schwächer angezogen werde. Von dieser Erscheinung läßt sich kein andrer Grund angeben, wenn man nicht annimmt, daß der Magnet den Drath und das

Ende N, mit gleichnamigen, und daher feindschaftlichen, oder sich abstoßenden Polen versehen hat, daß aber die an dem andern Ende gebildeten freundschaftlich sind.

Man beobachtet überdies dieselben Krümmungen der magnetischen Schichten an dem Pol B, die ich im 16. Satz bemerkt habe, und von denen ich behauptete, daß sie den Grund der wechselseitigen Annäherung der Magnete enthielten; wie man sehen wird, wenn man über das Eisen und den Magnet eine Glasplatte legt, und auf diese Eisenfeilspäne streut, wobey man zugleich beobachten wird, daß nichts bey der Annäherung der freundschaftlichen Pole der Magnete vorkomme, was man nicht auch auf eine ähnliche Art bey der Annäherung des Eisens und Magnets gewahr werden kann.

Erste Anmerkung. Die magnetische Flüssigkeit, die in unserm Fall die nördliche ist, zieht die südliche, in dem Eisen verborgene, nach N, und treibt zugleich die nördliche nach M; wo sie sich nach ihrer Schnellkraft, in den Richtungen der Linien *aa*, *aa*, *aa*, u. s. f. welche ihre erhabne Seite gegen den Magnet A B kehren, ausbreiten wird; da sie von dieser Seite, wie jeder leicht sieht, einen größern Widerstand antrift. Durch die Ausbreitung dieser Flüßigkeit, die ganz nördlich ist, kann die Annäherung des Eisens zum Magnet, der mit dem nördlichen, also feindlichen, Pole demselben entgegengekehrt ist, nicht befördert, sondern sie muß vielmehr

verhindert werden. Hierauf hat aber bisher niemand Acht gehabt. Denn indem die meisten Gelehrten das System der Natur dem ihrigen anpassen wollten, behaupteten sie, daß die magnetische Flüßigkeit überall, durch die Seiten des Eisens herausströhme, zum Magnet zurückkehre, und so das Eisen mit fortreisse, und darum zeichneten sie Figuren, welche die Richtungen der magnetischen Flüßigkeit ganz anders, als sie die Natur zu zeigen pflegt, darstellen. Jene Richtungen sind so, wie sie die punktirten Linien, diese aber, wie sie die ausgezognen vorstellen (Taf. 4. Fig. 27.). Wenn man sehr feine Eisenfeilspäne über eine Glasplatte streut, unter welcher ein Magnet mit einem Stück Eisen liegt, so wird man nicht die geringsten Merkmale jener angenommenen Richtungen der magnetischen Flüßigkeit gewahr werden können.

Zweyte Anmerkung. Nun bringe man den Südpol eines zweyten Magnets an das andere Ende des Eisens M, so wird gewiß wieder eine neue Trennung der magnetischen, in dem Eisen verborgenen Flüßigkeiten vorgehen. Denn die nördliche Flüßigkeit, die durch die Seiten hervorbrach, und die Wirkung des Nordpols des Magnets AB verhindern mußte, wird nun nach M abgeführt, wo sie alle ihre vereinigten Kräfte anwendet, um mit dem nahen Magnet das Gleichgewicht zu halten. Hernach wird auch die südliche Flüßigkeit des Eisens mehr nach N

getrie-

getrieben werden. Aus beyden Ursachen müssen also die Kräfte, mit welchen das Eisen in die Pole der Magnete wirkt, an denen es hängt, nothwendig angestrengt werden. Denn im 13. Satz haben wir gesehen, daß die Magnete, oder die in Magnete verwandelte Eisenmassen, desto stärker wirken, je besser die Polarflüßigkeiten getrennt sind.

Dritte Anmerkung. Niemand wende gegen meine Theorie ein, daß, weil die Abwesenheit des Magnetismus in dem vollkommensten Gleichgewichte beyder Polarflüßigkeiten bestehe, man keine so starken Wirkungen des Magnetismus beobachten könne, wenn die Flüßigkeiten dem Gleichgewicht sehr nahe zu seyn schienen, wie es sich zuträgt, wenn der Magnet mit einem Stück Eisen zusammen hängt, oder wenn zwey Magnete mit den freundschaftlichen Polen unter einander verbunden sind.

Denn man muß bemerken, daß diese Wirkungen von den magnetischen Flüßigkeiten hervorgebracht werden, nicht in wiefern sie im Gleichgewicht stehen, sondern in wiefern sie nach diesem streben, wenn sie unterdessen mit großer Kraft vom Magnet oder Eisen, wie von einem Schwamm angezogen werden; wie ich im 16. Satz weitläuftiger erwiesen habe.

Vierte Anmerkung. Schon oben S. 26 hab ich diesen Satz berührt, da ich zeigte, daß sich der Magnet dem Eisen nähere, weil die Flüßigkeit zwischen inne, von beyden wie von einem

nem Schwamm in entgegengesetzter Richtung angezogen wird, und so die Körper, von denen sie angezogen wird, einander nähert. Dieser Behauptung ist aber der gegenwärtige Satz nicht zuwider, wie man vielleicht urtheilen könnte, sondern er erklärt sie vielmehr, und setzt jene Wahrheit noch in ein helleres Licht, weil er zeigt, daß diese Erscheinung von einem wahren und wirklichen Stoß der Flüßigkeiten abhänge; aus welchem Grundgesetz vielleicht alle Arten der Anziehung erklärt werden müssen.

Fünfte Anmerkung. Musschenbroek leitet aus den Versuchen, die er mit natürlichen Magneten angestellt hat, diesen allgemeinen Satz her: **daß der Magnet mit größerer Kraft das Eisen, als einen andern Magnet anziehe.** Ich zweifle nicht, daß es sich in einzelnen Versuchen so verhalten habe, doch leugne ich die Allgemeinheit dieses Satzes; wenigstens ist er durch meine Versuche, die ich mit sehr stark magnetischen Stäben angestellt habe, nicht bestätiget worden.

Neunzehnter Satz.

Jedes Eisen- oder Stahlplättgen, das am Magnet gestrichen worden, wird in einen wahren Magnet verwandelt.

Der Beweis dieses Satzes ist kaum von dem vorhergehenden verschieden, weil man das, was von der einfachen Berührung gilt, leicht auf

auf die fortgesetzte, oder auf das Streichen nach der Länge des Stabes anwenden kann. Es sey also der Stab MN (Taf. 4. Fig. 27.), an dessen Ende N einer der Pole des Magnets, z. B. der nördliche gesetzt worden, so wird dieser alsbald die in dem Stab verborgne südliche Flüßigkeit anziehen, welche den Pol begleiten wird, indem dieser nach der Länge des Stabes hin bewegt, und unterdessen die nördliche Flüßigkeit nach dem Ende, wo man mit Streichen angefangen hat, getrieben wird. So geschieht also die Trennung der magnetischen Flüßigkeiten, die, wenn man mit Streichen fortfährt, nach Verhältniß des Stabes und des Magnets bald aufs höchste kömmt. Der Stab MN wird also ein wahrer Magnet, dessen Südpol in M, der Nordpol in N ist. Erfolge, die ganz der, den Naturkündigern schon längst bekannten Regel, die ich S. 56 und 75 angeführt habe, entsprechen.

Erster Zusatz. Wir sehen nicht nur aus dem Beweis, daß es in dem Stab MN zwey Punkte geben müsse, welche erfordern, daß die Menge und Stärke beyder Flüßigkeiten, wenn man in ihnen zu streichen aufhört, einander gleich seyn müssen, sowohl in diesem, als in dem entgegengesetzten Ende des Stabes, die ich oben S. 70 die Punkte der Indifferenz genannt habe; sondern wir erkennen auch daraus, daß diese Punkte in einem dickern Drathe, oder breitern

tern Stäben schwerer zum Vorschein kommen, als in dünnern. Denn weil in jenen die magnetischen Flüßigkeiten, die dem Berührungspunkte mit dem Magnet näher sind, stärker angezogen werden, als die in dem entgegengesetzten Theile des Stabes; so werden die Punkte der Indifferenz einigemal so auf einer Seite bestimmt werden, daß sie auf der andern nicht gelten. Daher ist es also gut, so lange man nur Einen Magnet braucht, Dräthe von einem kleinen Durchmesser zu wählen, bey welchen der Versuch allemal von statten gehen wird.

Zweyter Zusatz. Was von den Schriftstellern der Naturlehre, in Ansehung der Stäbe, die in Magnete verwandelt werden sollen, insgemein vorgeschrieben wird, fließt so offenbar aus meiner Theorie, daß man es a priori genau bestimmen kann: ich will nur Eins und das Andre von diesem anführen, das übrige wird der in magnetischen Versuchen geübte Leser leicht hinzusetzen.

Erstens. Wenn man wieder zurückstreicht, so verliert sich der Magnetismus, der erst gebildet worden war, alsbald wieder. Denn es erhellet leicht, daß auf diese Art, die nördliche und südliche Flüßigkeit mit einander vermischt werden, wodurch das Gleichgewicht von neuem wieder hergestellt wird, mit welchem, wie ich oben erwiesen habe, der Magnetismus aufhört.

Zweytens. Der Pol, der am Ende M, wo man mit Streichen aufhört, gebildet wird,

ist stärker, als jener am Ende N, wo man zu streichen angefangen hat. Denn es ist klar, daß der Pol des Magnets, z. B. der nördliche, der nicht in jeder Entfernung gleich stark wirkt, bey der Verdichtung der südlichen Flüßigkeit in M mehr vermögen werde, als bey der Zurückstoßung der nördlichen nach N.

Ferner kann man auch hieraus leicht abnehmen, daß der Pol, der in unserm Fall der südliche ist, einen kleinern Raum in dem gestrichnen Stab MN einnehmen müsse, als der nördliche, da die Kräfte den Raum ersetzen.

Um also den Stab so zu streichen, daß er höchst wirksam werde, und immer, wenn Eisen und Stahl gleichartig sind, gleich starke Pole entstehen; so wird es zuverläßig vortheilhaft seyn, zwey Magnete mit den freundschaftlichen Polen gegen einander gekehrt, auf die Mitte des Stabes zu setzen, und sie zu gleicher Zeit nach den Enden zu führen. Und so kommen wir von selbst auf die von **Michel** und **Canton** erfundene Art, künstliche Magnete zu verfertigen. Denn man nehme einen Stab AB, den man magnetisch machen will, und setze die Magnete *ab*, *mn*, mit den freundschaftlichen Polen auf die Mitte des Stabes (Taf. 4. Fig. 28.); so werden diese, wenn sie nach den Enden geführt werden, den Magnetismus auf eine gedoppelte Weise befördern. Zur nördlichen Flüßigkeit z. B. die *b* umgiebt, dringt die südliche, die in dem Stabe enthalten ist, hinzu, und treibt zugleich die nördliche

che

che von sich, die von dem Pol *m* des andern Magnets aufgenommen wird. Indem die Pole der Magnete nach den Enden des Stabes geführt werden, so werden die magnetischen Flüßigkeiten, die schon von einander getrennt sind, zugleich dahin gebracht, und zwar die südliche nach A, und die nördliche nach B. Diese Trennung vervollkommnet das wiederholte, und auf allen Seiten angestellte Streichen immer mehr, wie die Erfahrung zeigt, und auch von selbst aus meiner Theorie folgt. Damit aber die an den Enden A und B gesammleten Flüßigkeiten, die immer nach dem Aequator des Stabes gezogen werden, sich nicht wieder mit einander vermischen, so lege man an dessen Enden starke Magnete, die mit den freundschaftlichen Polen gegen einander gekehrt sind, oder nur Einen Magnet mit dem Stabe parallel, der in diesen, vermittelst zweyer Stücke Eisen, welche die freundschaftlichen Pole verbinden, wirkt, — oder endlich bloße Stücken von sehr weichem Eisen — oder man bediene sich eines andern Hülfsmittels, welches jene Vermischung verhindert. Auf diese Arten, die von verschiednen Schriftstellern verschiedentlich vorgeschrieben worden sind, wird vornämlich bewirkt: 1) daß die Flüßigkeiten, die durch das Streichen mit den einzelnen Magneten von einander getrennt und an die Enden B und A gebracht worden sind, daselbst aufgehalten werden, damit sie sich nicht wieder vermischen. 2) Daß diese Trennung, die bey dem

Magne-

Magnetismus vorzüglich wichtig ist, desto leichter von Statten gehe *).

Hierher

*) Hieraus sieht man auch, warum die magnetischen Stäbe mehr breit, als dick, seyn müssen. Denn wenn die Dicke der Breite gleich ist, so daß der Durchschnitt ein Quadrat darstellt, so werden die magnetischen Flüßigkeiten, die darinn verborgen sind, schwerer von einem andern Magnet, der mit seiner ganzen Kraft nicht tief genug hineindringt, getrennt werden. — Insgemein tragen auch die Magnete an den Ecken der Pole eine größere Last, als in der Mitte derselben. Auch ist dies die Ursache, daß Magnete, die aus dünnen auf einander gelegten Stäben (wenn diese nur vorher völlig magnetisch gemacht worden,) zusammengesetzt sind, viel mehr Eisen tragen, als wenn sie nur aus Einer Masse bestünden. Es giebt aber in diesem Fall, wie in vielen andern dieser Art, ein Maximum.

Hierher gehört auch, daß man bis jetzt vergebens bemüht gewesen ist, ein Gesetz zu entdecken, nach welchem man die Polarkraft eines magnetischen Parallelepipedums messen könnte. — Denn wenn man hierinnen etwas bestimmen will, so muß man allemal voraussetzen, daß die Stäbe mit magnetischer Kraft gesättigt sind. Dies erfordert aber, daß sie überall, durch ihre ganze Masse, einen gleichen Grad des Magnetismus erhalten haben, als auf der Oberfläche, welches doch, wenn man sie nicht aus dünnen Plättgen zusammen setzt, schwerlich wird erlangt werden können.

Hierher muß man also auch die sonderbare, von Musschenbroek *) erwähnte Art rechnen, die

Daniel Bernoulli behauptete, daß die magnetischen Kräfte mit den Kubikwurzeln aus den Quadraten der Gewichte im Verhältniß stünden. — Die Versuche dieses berühmten Meßkünstlers und Naturforschers (1) machen es wahrscheinlich, daß dieses Gesetz bey ähnlichen hufeisenförmig gestalteten Magneten statt finde; daß es aber nicht allgemein sey, und auf Magnete von jeder Figur, z. B. auf alle Parallelepipeda nicht angewendet werden könne, hat mich die Erfahrung gelehrt. — Ich will einige Beyspiele vorlegen.

Musschenbroek erzählt (2), daß ein 216 Gran schwerer Stab von Knigt (ich setze voraus, daß er gesättigt gewesen,) ein Eisengewicht von 1452 Gran getragen habe. Es sey nun das Gewicht eines andern Magnets = p, und seine Kraft = v, so findet man sie auf folgende Art:

$$\sqrt[3]{256^2} : 1452 = \sqrt[3]{p^2} : v$$

$$v = \frac{1452}{\sqrt[3]{216}} \sqrt[3]{p^2} = \frac{1452}{36} \sqrt[3]{p^2} = \frac{121}{3} \sqrt[3]{p^2}.$$

Mit dieser Formel vergleiche man folgende drey Versuche.

Erster

(1) Biblioth. Germanique, T. XVI.

(2) Introduct. ad Philos. Natur. S. 339.

*) Philos. Natural. Th. I. S. 334.

die magnetische Kraft in einem eisernen oder ståh-
lernen Stabe zu erwecken, ohne daß man sich

L 2 eines

Erster Versuch. Ein dünner ståhlerner Stab, dessen Dicke $1\frac{1}{2}$ Linien, die Breite 6 Linien, und die Långe $5\frac{3}{4}$ Zoll, die Schwere aber, die hier nur allein in Betrachtung kömmt, = 690 Gran = p, war. Die Kraft also, die dieser Stab nach der Formel äussert, um Eisen zu tragen, wird seyn

$$v = \frac{121}{3}\sqrt[3]{690^2} = 6 \text{ Unz. } 266 \text{ Gr.}$$

er trug aber 7 Unzen 120 Gran.

Zweyter Versuch. Die Dicke des ståhlernen Parallelepipedums war 3 Linien, die Breite 7 Linien, die Långe 8 Zoll, das Gewicht 6 Unzen 140 Gran, = 3020 Gran = p. Es wird also seyn

$$v = \frac{121}{3}\sqrt[3]{3020^2} = 17\tfrac{1}{2} \text{ Unz. } 25 \text{ Gran}$$

er trug aber $19\frac{3}{4}$ Unzen.

Dritter Versuch. Die beyden Seiten des Parallelepipedums waren 7 Linien, die Långe 14 Zoll, das Gewicht 20 Unzen 400 Gran = p. Nach der Formel ist also

$$v = \frac{121}{3}\sqrt[3]{100000000} = 39 \text{ Unz. } 10 \text{ Gr.}$$

er trug aber nur $27\frac{1}{2}$ Unze.

Es

eines eisernen Instruments zum Streichen bediene. „Wenn man einen eisernen oder stählernen „Stab in den magnetischen Meridian legt, dann „einen Eisendrath, dessen eines Ende dicker, als „das andre, ist, mit dem dünnern an das Ende „des Stabes, und einen zweyten ähnlichen Drath, „mit dem dünnern Ende, an den andern Theil „des Stabes legt; den mittlern Stab hierauf „mit irgend einem harten Körper streicht, so „wird dieser mit starker magnetischer Kraft erfüllt „werden.“ Denn die Dräthe, die im magnetischen

Es scheint, man müsse ausser dem Gewicht auch auf noch etwas anders Rücksicht nehmen, auf das Verhältniß nämlich zwischen der Länge und der Dicke. Dieses nach einer gewissen Methode bestimmt, zeigt das Maximum der Kräfte. Allein ich muß gestehen, daß sich auch eine ausserordentliche Verschiedenheit der Kräfte finde, nach der Güte des Stahls, und dessen Härtung im Wasser, wie diejenigen, die künstliche Magnete verfertigen, mit mir nicht ohne Verdruß erfahren haben. Doch muß ich noch hinzusetzen, daß ich es bey der Verfertigung künstlicher sehr starker Magnete von großem Nutzen gefunden habe, wenn ich beyde Seiten des glühenden Parallelepipedums, ehe es in das Wasser getaucht wurde, einigemal mit spanischer Seife strich. Dieses Mittels hat sich, wenn ich mich recht erinnere, zuerst Antheaulme bedient. — Ich setze nur noch hinzu, daß ich allemal beobachtet habe, daß sich die Kräfte, nach einer zwey- oder dreymal wiederholten Härtung, verstärken.

tischen Meridian liegen, werden dadurch selbst in wahre Magnete verwandelt, die ihre freundschaftlichen Pole gegen einander kehren, wie unten mit mehrerem erklärt werden wird. Die magnetischen Flüßigkeiten also, die im Stabe verborgen sind, werden durch das Reiben des harten Körpers bewegt, und nach den Enden geführt, und dort gleichsam fest gehalten, indem die daran liegenden Eisen beständig verhindern, daß sie sich nicht von neuem vermischen. Sie müssen aber mit den dünnern Enden angelegt werden, weil durch vielfache Erfahrungen bestätigt worden ist, daß die Eisenstücke, deren Enden etwas zugespitzt sind, eine viel stärkere Kraft äussern, als jene, die sich in ebene und breite Flächen endigen. Doch ich werde weiter unten über diese Methode noch mehr Licht verbreiten, wo ich von der magnetischen Kraft, die durch den Stoß harter Körper in eisernen und stählernen Platten erzeugt wird, handle.

Da man auf diesen Handgriff, die magnetische Kraft im Stahle zu erwecken, mehr durch einen Zufall, als durch Nachdenken, gekommen ist, das Ganze aber vornämlich darauf zurückgebracht werden kann, daß 1) die magnetischen Flüßigkeiten getrennt, und 2) in dieser Trennung erhalten werden, und da man diesen Bedingungen auf vielerley Art Genüge leisten kann; so ist in der That nicht nöthig, daß man die Vorschriften derer, die diesen Gegenstand zuerst

behandelt haben, so genau befolge, als wenn man schlechterdings nicht davon abweichen könnte; vielmehr wird jedem, der in diesen Versuchen geübt ist, die Erfahrung lehren, daß sich die Art, vermittelst der man stählerne Stäbe mit magnetischer Kraft erfüllen und sättigen kann, mit glücklichem Erfolg auf mancherley Weise verändern lasse, wenn man nur die angeführten Bedingungen nicht vergißt.

Hier hätte ich in der That gute Gelegenheit, alle Verfahrungsarten der Künstler, die sie bey der Verfertigung der Magnete anwenden, zu erzählen, da ich aber nicht gesonnen bin, ein weitläuftiges Werk zu schreiben, sondern nur die Grundsätze anzugeben, und einen Versuch einer magnetischen Theorie vorzulegen, so ist es mir genug, so viel beygebracht zu haben, und ich muß das übrige dem Leser zum weitern Nachdenken überlassen.

Drittens. Die Magnete, die mit den feindschaftlichen Polen gegen einander gekehrt sind, verlieren in kurzer Zeit von ihren Kräften. Ich will zwar nicht sagen, daß dies darum geschieht, weil die magnetischen Schichten AD, AD und BC, BC (Taf. 4. Fig. 25.) an ihrer Elasticität verlieren, sondern weil die magnetische Materie, z. B. die nördliche, die zwischen A und B in Menge angehäuft ist, und viel stärker wirkt, als wenn die Magnete von einander abgesondert wären, die südliche Materie, die sie immer mit starker Kraft anzieht, von den Enden herzuführt,

und sich mit ihr vermischt, in welchem Fall, wie ich schon oben erwiesen habe, der Magnetismus vermindert werden, ja mit der Zeit ganz verschwinden muß. Und dies scheint durch die Erfahrung bestätigt zu werden, da es bekannt ist, daß die Pole eines schwächern Magnets durch Hülfe eines stärkern nach Gefallen verändert werden können.

Dritter Zusatz. Aus diesem und dem obigen Satz könnte man auch darauf schließen, was schon die Erfahrung (man sehe Seite 10.) bestätigt hat, daß nämlich in einem Eisen niemals ein einzelner Pol seyn könne, sondern daß, sobald der eine gebildet worden, auch beständig Merkmale des andern zu entdecken sind.

Denn sobald die Eine Flüßigkeit in einem Theile des Eisens gesammlet worden, so muß nothwendig die andre von diesem Ort getrieben, und daher in einem andern Theile in Menge angehäuft werden.

Vierter Zusatz. Es wird ein stärkerer Magnetismus hervorgebracht, wenn der Magnet an einem eisernen oder stählernen Stabe langsamer hin gestrichen wird, als wenn man geschwinder streicht; dies lehrt die Erfahrung, und stimmt auch mit meiner Theorie sehr überein.

Denn die magnetische, von Eisen und Stahl stark angezogne Flüßigkeit wird leichter erweckt werden, und der andern, die mit ihr freundschaftlich ist, und die den Pol, mit dem man streicht, umgiebt, leichter folgen, wenn dieser lang-

langsamer, als wenn er geschwinder hin bewegt wird. Wenn die Ursache der Pole in der Bewegung und Richtung der magnetischen Flüßigkeit läge, so würde das Gegentheil erfolgen. Denn es ist offenbar, daß, je größer die Geschwindigkeit der Materie wäre, die den Pol, mit dem man streicht, umgiebt, desto leichter diese sich einen Weg durch das Eisen eröfnen, und die Zwischenräume zum Durchgang der magnetischen Flüßigkeit geschickt machen würde.

Fünfter Zusatz. Weil weiches Eisen den Magnetismus viel leichter erhält und verliert, als Stahl, so sieht man hieraus, daß die magnetischen Flüßigkeiten diesem stärker anhängen, als jenem, und daher fast dasselbe Verhältniß zwischen Eisen und Stahl sey, welches man zwischen einem gemeinen Schwamm und einem Stück Holz antrift: denn dieses zieht zwar das Wasser schwerer an, als jener, aber es läßt es auch nicht so leicht fahren. Und auf eine ähnliche Art, glaub' ich, werden die magnetischen Flüßigkeiten vom Eisen weniger, als vom Stahl, angezogen, so daß sie zwar in jenem leichter von einander getrennt werden, sobald ein Magnet daran gebracht worden; daß sie aber, wenn dieser abgenommen, wieder zusammenfließen, und sich vermischen, indem der Trieb nach dem Gleichgewichte die Kraft überwiegt, mit der sie an einem gegebnen Punkte des Eisens oder der Oberfläche anhängen. Der stärkere Zusammenhang eines

Magnets

Magnets mit einem weichen Stück Eisen, als mit dem härtesten Stahl, bestätigt dies: denn der Magnet hängt nur in so fern an Eisen und Stahl an, in wiefern er die magnetischen Flüßigkeiten, indem sie getrennt werden, anzieht. Würden sie mit unendlich kleiner oder gar keiner Kraft angezogen, so würde auch kein Zusammenhang mit dem Magnet erfolgen. Und dies geschieht ohne Zweifel in der gewöhnlichen Materie, die den Magnetismus nicht aufnimmt.

Anmerkung. Wenn ein Magnet an einer Stange, oder an einem eisernen Drath gestrichen wird, so entstehet der Pol, mit dem man streicht, am ersten, und der entgegengesetzte am andern Ende. Dies stimmt mit meinem System überein, und wird durch die bekanntesten Versuche dieser Art bestätigt. Auch ist es demselben nicht zuwider, daß wenn der Eisendrath lang und sehr dünne ist, und daher eine größere und sich weiter ausbreitende Atmosphäre nicht zu tragen vermag, daß, sag' ich, sich zwischen den Enden dieses gestrichnen Draths Polarpunkte bilden.

Mit dem Nordpol eines starken Magnets strich ich einen, eine Linie dicken, und 7 Fuß 2 Zoll oder 86 rheinländische Zoll langen Eisendrath — und der Südpol einer Magnetnadel ward von dem Ende, wo ich zu streichen angefangen hatte, bis auf 33 Zoll angezogen, hier fieng er an abgestoßen zu werden, bald aber

wurden beyde Pole der Nadel gleich stark angezogen. — Der Nordpol ward in der Länge von $44\frac{1}{2}$ Zoll abgestoßen, bald wurden wieder beyde angezogen; endlich in der Entfernung von $6\frac{1}{2}$ Zoll vom letzten, oder $79\frac{1}{2}$ Zoll vom ersten Ende, fieng der Südpol deutlich an, zurückgestoßen zu werden, bis an das Ende des Drathes. Und so zeigten sich in diesem Drathe, zwischen den beyden Enden, noch zwey andre Polarpunkte, deren Entfernung von ihren Enden nicht sehr verschieden war. Aepinus (S. 248. des angef. Werks) hat bey einem vier Fuß langen Drathe, von weichem Eisen, etwas ähnliches bemerkt, als er sich hierauf eines stählernen, gehärteten Stabes bediente, so zeigte er zwar zwey Pole an den Enden, wie jeder kurzer Drath, aber nicht die zwey andern Polarpunkte in der Mitte.

Es scheint, der Durchmesser müsse mit der Länge in einem gewissen Verhältniß stehen, damit ein Drath durch das Streichen, und so überhaupt ein Magnet nur zwey Pole erlange. — Die Versuche, die man anstellen würde, um dieses Verhältniß zu entdecken, würden allerdings die Mühe lohnen, wenn man aus ihnen mit Wahrscheinlichkeit, etwas in Rücksicht auf die Länge, auf den Durchmesser und auf die Zahl der Pole des Erdmagnets schließen könnte.

Zwan-

Zwanzigster Satz.

Stählerne Stäbe können nach der Länge mit Polen versehen werden.

Daß man an den Enden eines Eisens, oder in dessen Mitte, oder an jedem andern Punkt der Oberfläche Pole erwecken, und den einen in den andern verwandeln könne, ist lange bekannt gewesen, und daß dies auch bey kleinen natürlichen Magneten statt finde, hat der in der Lehre vom Magnet berühmte Engländer Gowin Knigt *) vortreflich gezeigt. Diese Erfolge konnten sehr leicht durch eine einfache Berührung zweyer Magnete bewirkt werden; daß man aber auch ganzen, mehrere Zoll langen Seiten eines Stabes Polarkraft mittheilen könne, hat bisher, so viel ich weiß, niemand gelehrt. Nach meiner Theorie konnte dies schon leicht möglich scheinen, da es keineswegs widersprechend ist, daß die magnetischen Flüßigkeiten, nachdem sie von einander getrennt worden sind, an den Seiten, nach der Länge eben so gut angehäuft werden können, als an den Enden, oder an der Mitte, wenn man zumal sehr harten Stahl nimmt, durch welchen das Zusammenfließen, und vollkommne Gleichgewicht gehindert wird. Allein die bloße Möglichkeit reicht hier nicht zu, die Sache muß durch die Erfahrung bestätiget werden.

Fünf

*) Philosophic. Transact. N. 476.

Fünf und zwanzigster Versuch.

Ich nahm einen stählernen Stab, 6 Zoll lang, 6 Linien breit und 2 Linien dick, legte ihn zwischen zwey Magnete, die ihre freundschaftlichen Pole gegen einander kehrten, und strich so dessen Seiten zugleich, die in kurzer Zeit, nach ihrer ganzen Länge, einen starken Magnetismus erhielten, und nun weder in der Mitte, noch an den Enden, einige Merkmale von Polarkraft zeigten.

Wenn man Eisenfeilspäne über ein Glas streut, daß auf einem solchen Magnet liegt, so kommen Reihen, wie die Figur †† auf der dritten Tafel zeigt, zum Vorschein. Dies konnte man voraussehen, indem die Feilspäne nun senkrecht auf den Seiten aufstehen müssen, wie man sie, unter andern Umständen an den Enden des Magnets sieht.

Damit aber dieser Versuch, der manchmal fehl schlägt, mit erwünschtem Erfolg angestellt werde, so wird erfordert, 1) daß die Stäbe, die man magnetisch machen will, von gutem Stahl, und durchaus gleichartig sind, 2) daß die Magnete stark und von gleicher Kraft sind, und 3) daß sie gleichförmig gegen die Seiten des Stabes gedrückt werden. Wird eine dieser Bedingungen nicht erfüllt, so müssen die Flüßigkeiten nothwendig an einem Theile mehr, als an dem andern angehäuft werden, welches den Versuch rückgängig macht.

Erste Anmerkung. Auch habe ich von dem Herrn van Swinden erfahren, daß der Pater Beccaria einer Nadel, die er senkrecht auf den magnetischen Meridian gestellt hatte, durch den elektrischen Schlag die Richtung ertheilt habe, daß sie sich mit dem einen Ende gegen Morgen, mit dem andern gegen Abend wendete, und daß dieser Erfolg allemal statt gefunden, durch welches Ende der Nadel er auch den elektrischen Schlag gehen lassen. Hieraus kann man sicher schließen, daß die ganze Seite, die sich gegen Norden gewendet, ein Nordpol, die andre aber, ein Südpol gewesen sey, d. i. daß die Pole durch den elektrischen Schlag, eben so nach der Länge gebildet worden, wie dies durch die Berührung zweyer Magnete in meinem Versuch geschehen war.

Zweyte Anmerkung. Wenn sich eine solche Nadel frey bewegen kann, so muß sie nun natürlich ihre Seiten gegen Mitternacht und Mittag wenden, wie es sonst mit den Enden zu geschehen pflegt. — Wenn man auf die Richtung, die diese Nadel von selbst angenommen hat, eine senkrechte Linie zieht, so wird diese den magnetischen Meridian angeben.

Ein und zwanzigster Satz.

Der Wirbel *), der den Magnet umgiebt, kann aus der Schnellkraft der magnetischen Flüßigkeiten, und aus ihrem Bestreben, in ein Gleichgewicht zu kommen, erklärt werden.

An des Magnets AB einem Theil CA sey die südliche, am andern BC die nördliche Flüssigkeit in Menge angesammlet worden (Taf. 4. Fig. 29.).

Es ist leicht einzusehen, daß sich beyde mit Schnellkraft versehene Flüßigkeiten, wie ich im 14ten Satze erwiesen habe, ausbreiten müssen; ferner daß diese Ausbreitung in A und B grösser, als in den übrigen Punkten seyn müsse, weil das Uebermaaß der einen magnetischen Flüssigkeit, über die andre freundschaftliche, vom entgegengesetzten Pol hergeleitete, hier am größten ist, oder welches auf eins hinauskömmt, weil die freundschaftlichen Flüßigkeiten, die südliche und nördliche, am wenigsten vermischt sind, wie aus dem 13ten Satz und den Versuchen, die im 10ten

*) Ich verstehe hier durch den Wirbel nichts anders, als die Gestalt der magnetischen Atmosphäre, welche mit der Gestalt eines Wirbels übereinkömmt; denn schon oben im elften Satz hab' ich die Kreisbewegung der magnetischen Materie um den Magnet, die den eigentlichen Wirbel bilden müßte, widerlegt.

10ten Satze angeführt worden sind, erhellet. Da aber das Uebermaaß der einen Flüßigkeit, z. B. der südlichen, über die nördliche immer abnimmt, wenn man von A nach B geht, und umgekehrt auch das Uebermaaß der nördlichen über die südliche, wenn man von B nach A zurückgeht, abnimmt, so ist natürlich, daß in einem Punkte zwischen A und B, wie C, die gedachten Flüßigkeiten von gleicher Menge seyn müssen. In diesem Punkte ist keine Ausbreitung, weil die Flüßigkeiten im Gleichgewicht stehen, wie im 13ten Satz und dessen Zusätzen erwiesen worden ist. Wir wollen uns also, damit die Sache desto deutlicher in die Augen falle, vorstellen, daß die Ausbreitung zuerst in den Linien A*a*, A*b*, A*c*, und B*b*, B*c*, B*d* u. s. f. geschehe, welche Linien zugleich den Raum ausdrücken werden, durch welchen sich jene erstreckt. Diese werden bey den Polen der Magnete A und B am größten seyn, und von da immer abnehmen, bis sie in dem Punkt C verschwinden. Da nun, wie natürlich ist, dazu kömmt, daß diese Ausbreitung durch alle Seiten, oder in allen Richtungen geschieht, so müssen die geraden Linien A*a* u. s. f. alsbald in krumme verwandelt werden, und zwar in solche, welche die Erfahrung zeigt. Denn da in C, wegen der gleichen Menge beyder Flüßigkeiten, oder wegen ihrem Gleichgewichte, keine Ausbreitung statt findet, und dieselbe in den nächsten Entfernungen unendlich klein ist, so werden sich die magnetischen Schichten, die auf beyden Sei-

ten

ten gleich weit entfernt sind, deren Radien die geraden Linien *mn*, *mn* vorstellen, dahin, als in einen Raum, wo sie weniger Widerstand finden, neigen, und sie werden daher zusammen zu fallen scheinen. Eben so werden sich die Schichten, die auf diese folgen, deren Radien durch die Linien *st*, *st* vorgestellt werden, gegen die ersten neigen, in welchen der Widerstand wegen der größern Vermischung beyder Flüßigkeiten beständig geringer ist. Auf gleiche Art wird erwiesen, daß sich alle übrigen Schichten, die von der, die Mitte C durchschneidenden Fläche gleich weit abstehen, einander nähern müssen. Und so entsteht das bewundernswürdige Bild der Atmosphäre, die den Magnet umgiebt, welches die Naturforscher bisher aus einer Kreisbewegung der magnetischen Flüßigkeit zu erklären gesucht haben.

Die Schichten, die von der, auf des Magnets Axe senkrecht stehenden Fläche CD gleich weit entfernt sind, müssen sich, sobald sie zusammen treffen, etwas vermischen, da sie aber selbst von CA und CB sehr angezogen werden, und gleichsam gegen den Magnet, auf den sie stehen, schwer sind, so wird ihre größte Vermischung, oder das vollkommenste Gleichgewicht, in gedachter Fläche seyn, und von da wird es immer abnehmen, im Verhältniß der Größe der Schichten, die sich einander durchdringen müssen.

Wenn

Wenn sich die magnetische Flüßigkeit, z. B. die südliche, die zu AC gehört, in entgegengesetzten Richtungen, wie die Schnellkraft erfordert, ausbreitet, so muß eine Schicht da seyn, die in beyde entgegengesetzte Richtungen, mit gleicher Kraft gezogen wird, und daher auf AC senkrecht stehen. Eine Schicht von der Art zeigt die Figur in AC. Allein in einer größern Entfernung wird aus dieser geraden eine krumme Linie, so wie alle übrigen, da der Widerstand nach der Fläche CD immer kleiner wird, weil die vorhergehenden Schichten, welche auf den Magnet zwischen C und A stehen, gegen dieselbe Fläche des Gleichgewichts geneigt sind, wie jedermann leicht siehet (Taf. 4. Fig. 33.).

Wegen eben dieser Ursache werden sich die Schichten, die über AC angenommen werden, auf gleiche Art neigen, ob sie gleich, vermöge ihrer Schnellkraft, zuvor eine starke Concavität erhalten müssen, die der senkrechten Schicht entgegensteht.

Man sieht also, wie leicht sich die Gestalt jenes Wirbels, der einen einzelnen Magnet umgiebt, aus den angegebnen Grundsätzen erklären läßt, da man keinen hinreichenden Grund davon angeben kann, wenn die magnetischen Erscheinungen aus der Bewegung einer flüßigen Materie, und aus der Lage der, entweder in Einer, oder in entgegengesetzten Richtungen gebognen Fasern hergeleitet werden sollen, wie ich oben S. 118. gewiesen habe.

Anmerkung. Die Natur der krummen Linie, in welcher der Wirbel den Magnet zu umgeben scheint, ist bis jetzt noch unbekannt. — Euler *) wagte es nicht, sie zu bestimmen. — Auch Aepinus **) fand hier solche Schwierigkeiten, daß er es beynahe für unmöglich hielt, zu bestimmen, was dies für eine krumme Linie sey, theils weil die Funktion der magnetischen Anziehungen und Abstoßungen unbekannt ist, theils weil die verschiedne Figur des Magnets, und die ungleiche Vertheilung der magnetischen Materie durch denselben unzählige Veränderungen in diesen krummen Linien hervorbringen können. — Um aber doch einen Versuch zu machen, so nahm er an, daß alle magnetische Kräfte in zwey Punkten, die zwischen den Enden und dem Mittelpunkte des Magnets lägen, gesammlet wären, ferner, daß die Kräfte, welche diese Mittelpunkte in Eisentheilgen ausser dem Magnet äusserten, mit den Entfernungen in umgekehrtem Verhältniß stünden. — Nach diesen Voraussetzungen fand er, daß die krumme Linie, die er suchte, ein Kreis sey. — Da aber die Erfahrung zeigt, daß diese krumme Linie sehr weit von einem Kreis entfernt ist, so erhellet hieraus zur Genüge, wie viel man noch in jenen Voraussetzungen ändern müsse.

Der

*) Man sehe die oben angeführte Abhandlung.

**) In den angeführten Versuchen, S. 77.

Der große Lambert *), der diese Materie mit ungemeinen Scharfsinn bearbeitet hat, fand unter den nämlichen Voraussetzungen, wobey er sich noch den Magnet als eine Linie dachte, in der die Kräfte, von der Mitte desselben gegen die Enden zu, in einfachem und geradem Verhältniß zunähmen, eine Gleichung, die zwar, wie es mir scheint, näher zur Wahrheit kommt, die aber, wie Lambert selbst gesteht, zu sehr mit transcendentischen Größen vermischt war, als daß man daraus eine Gleichung für die magnetische krumme Linie hätte herleiten können.

Der Art und Weise aber, nach der sich, wie wir gesehen haben, bey meinem System der Wirbel um den Magnet bildet, und nach der die magnetischen Anziehungen erfolgen, d. i. nach der das Eisen an den Magnet, und der Magnet an das Eisen oder einen andern Magnet gezogen wird, ist es allerdings angemessen, daß die magnetische krumme Linie, die Natur der elastischen Linie habe. Ich werde von dieser Linie ein andermal handeln.

Wer mit diesen Männern von den Gesetzen der Anziehung, auf die Natur der krummen Linie schließen will, der hat in der That große Vorgänger gehabt. — Allein, da dieser Weg sehr beschwerlich scheint, so muß man einen andern versuchen; man muß nämlich durch Hülfe der Erfahrung den Lauf dieser krummen Linie unter-

*) Memoir. de Berlin, Th. 22.

tersuchen, und hierdurch wird man vielleicht mit mehrerem Glück zur Erkenntniß der Eigenschaften dieser Linie gelangen.

Zwey und zwanzigster Satz.

In jedem Punkt des Magnets wirkt eine gleiche Menge der feinen Flüßigkeiten; wird aber der Magnet und seine Atmosphäre mit Flächen, die dessen Aequator parallel sind, durchschnitten, so wird in der Fläche des Aequators die größte Menge der magnetischen Flüßigkeiten seyn, und sie wird in den übrigen auf beyden Seiten anliegenden beständig abnehmen.

Es ist meines Erachtens ein Irrthum, wenn man annimmt, daß die magnetische Materie an den Polen dichter sey, als gegen den Aequator zu; diese falsche Meynung, die gleichwohl alle Naturforscher behauptet haben, ist aus der scheinbaren Anziehung des Eisens an den Magnet, die an den Polen am stärksten ist, und von da gegen die Mitte zu immer abnimmt, entstanden. Sie wurde durch eine andre unterstützt, da man glaubte, daß die magnetischen Erscheinungen aus einem, immer um den Magnet kreisförmig bewegten Wirbel erklärt werden müßten, der die mehrere Anhäufung der Flüßigkeit an den

Polen

Polen, als an der übrigen Oberfläche allerdings angemessen war. Diese Behauptungen schienen mir von der Zeit an verdächtig, da ich durch viele, aus Vorbedacht angestellte Versuche überzeugt wurde, daß alles Eisen, und auch der Magnet, wie ein Schwamm gegen die magnetische Flüßigkeit wirke, und daher überall eine gleiche Menge dieser Flüßigkeit halten könne, weil diese mit gleicher Kraft durch die ganze Masse wirken. Und ich war versichert, daß diese Eigenschaft durch mitgetheilten oder erweckten Magnetismus nicht aufgehoben werden könne. Doch verursachte mir die verschiedne Wirkung der magnetischen Flüßigkeit, die an verschiednen Stellen des Magnets beobachtet wird, einige Schwierigkeit. Allein auch diese verschwand, sobald ich gelernt hatte, daß man die Wirkung der magnetischen Kraft nicht nur nach der Menge und Verdichtung der Flüßigkeit, sondern auch nach dem Uebermaaß der einen Flüßigkeit über die andre, die zugleich mitwirkt, schätzen müsse, und zwar so, daß viel magnetische Flüßigkeit, wie im 23sten Versuch S. 130. gar keine Wirkung äussern, eine kleine Menge reinerer Flüßigkeit aber sehr stark wirken könne. Sobald ich dies reiflich überlegt hatte, hielt mich in der That nichts zurück, folgende Schlüsse daraus zu ziehen. 1) Der Magnet AB habe bey dem Aequator C, und bey den Polen A und B eine gleiche Menge von beyden Flüßigkeiten (Taf. 4. Fig. 29 und 30.), doch mit diesem Unterschied, daß

sie an dem Aequator im Gleichgewicht stehen, und daher im Magnet verborgen sind, an den Polen aber von der einen eine viel größere Menge da sey, als von der andern, welche sich also, vermöge ihrer Schnellkraft, weit über den Magnet ausbreitet; 2) daß die magnetische Flüßigkeit in der verlängerten Fläche des Aequators, und in den anliegenden Flächen wirklich dichter sey, als bey den Polen. Denn da beyde Flüßigkeiten in der Fläche des Aequators im Gleichgewicht stehen, in den anliegenden aber darnach streben, und da dieses Bestreben überdies noch durch die Federkraft der feinen Materie, die in allen Richtungen gleich stark wirkt, unterstützt wird, so ist nothwendig, daß die magnetische Materie um den Aequator viel stärker angehäuft sey, als um die Pole, an welchen die feinen Flüßigkeiten vom Gleichgewicht am weitesten entfernt sind.

Sollte jemand einwenden, daß die magnetischen Flüßigkeiten, wenn sie um den Aequator angehäuft wären, nach den Polen zu abfließen müßten, so würde ich antworten, daß bey den Flüßigkeiten um die Pole die Verdichtung durch die Elasticität ersetzt werde, und diese folglich die Ausbreitung der Flüßigkeit verhindre, die zwar dichter, aber auch dem Gleichgewichte näher ist, und daher dem Druck, den die Schnellkraft gegen die Pole äussert, weniger nachgiebt. Denn überhaupt verdient bemerkt zu werden, daß das Gleichgewicht der magnetischen Flüßigkeiten die Federkraft derselben nicht so aufhebe, daß sie

nicht

nicht mehr elastisch wären, wenn das Gleichgewicht wieder hergestellt würde, wie es dem ersten Ansehen nach scheinen könnte, sondern daß es jene vielmehr unterdrücke, indem es ein Bestreben äussert, das der Ausbreitung entgegen steht, damit sie nicht die Wirkung habe, die erfolgt seyn würde, wenn die Flüßigkeiten hätten abgesondert wirken können.

Erster Zusatz. Weil zwey Schichten der magnetischen freundschaftlichen Flüßigkeiten desto weniger unter einander gemischt werden, je näher sie dem Magnet sind, das heißt, weil sie in einer geringern Entfernung vom Magnet reiner, als in einer größern, sind; so sieht man, daß die anziehende Kraft des Magnets in das Eisen um so mehr zunehmen müsse, je geringer die Entfernung ist. Das Eisen nähert sich also dem Magnet in zunehmender Geschwindigkeit.

Dies ist aber nicht die einzige Ursache der vermehrten Geschwindigkeit, ohne Zweifel muß man auch die andre dazu setzen, die von der Verdichtung der magnetischen Schichten hergenommen wird, welche bey jedem Magnet an der Oberfläche größer ist, von da aber beständig abnimmt.

Zweyter Zusatz. Aus eben diesen Grundsätzen muß man die Zunahme der Kraft erklären, welche bey dem Magnet beobachtet wird, wenn man das Eisen in verschiednen Entfernungen, von der Fläche des Aequators daran bringt.

Die größte Kraft ist also an den Polen, wie dies die Erfahrung bestätigt.

Anmerkung. Lambert *) nimmt an, daß die Kräfte jedes Theilgens des Magnets, von dem magnetischen Mittelpunkt an, in einfachem und geradem Verhältniß der Entfernungen von demselben abnehmen. Aber durch Versuche, die ich mit mehreren magnetischen Stäben von verschiedner Länge und Dicke angestellt habe, bin ich überzeugt worden, daß diese Kräfte beynahe mit den Quadraten der Entfernungen von jenem Mittelpunkt im Verhältniß stehen.

Drey und zwanzigster Satz.

Ein Eisen, das in die magnetische Atmosphäre gebracht worden, wird sich in verschiednen Richtungen dem Magnet nähern, wenn seiner Bewegung nichts widersteht.

Man legt den Magnet insgemein unter eine Glasplatte, auf welche man Eisenfeilspäne streut, die dann bewundernswürdige, theils krumme, theils geradlinichte Reihen bilden. Erschüttert man die Platte ein wenig, so wird dadurch die Bildung dieser Reihen befördert, legt

*) Memoir. de Berlin. Th. 22. S. 72.

man noch zwischen den Magnet und die Platte ein weises Papier, so wird man diese Reihen viel deutlicher beobachten können: wiewohl es vortheilhafter seyn würde, wenn man die unterste Fläche des Glases mit weißer Farbe überzög.

Hierdurch wird zwar die Richtung der Eisentheilgen in einer bestimmten und unveränderten Entfernung angegeben, ob sie aber von Natur in dieser Lage ruhen, oder ob sie durch das Reiben des Glases in ihrer Bewegung gestört werden, und wie diese eigentlich seyn würde, wird hierdurch keinesweges gezeigt. Damit also auch dieses entdeckt würde, stellte ich folgenden Versuch an.

Sechs und zwanzigster Versuch.

Ich nahm ein weites viereckichtes Gefäß ML (Taf. 5. Fig. 31.) füllte es mit reinem Wasser an, und legte eine eiserne Nadel *fn* vorsichtig darauf, daß sie schwamm. Als ich hierauf einen Magnet an die Seite des Gefäßes brachte, so konnte ich die Richtungen, in welche die Nadel unter verschiednen Umständen kam, sehr bequem beobachten. Die hierbey gemachten Bemerkungen sind folgende.

Erste Beobachtung. Wenn die Nadel in die Grenze der magnetischen Atmosphäre gebracht wird, so bewegt sie sich erst äusserst langsam, dann geschwinder, und so immer mit zunehmender Geschwindigkeit gegen den Magnet,

bis sie an ihm hängt. Dies erfolgt allemal, in welchem Punkt der magnetischen Atmosphäre man auch die Nadel bringen mag. Der Grund dieser Erscheinung erhellt aus dem ersten Zusatz des obigen Satzes.

Zweyte Beobachtung. Man lege den Magnet so, daß dessen Axe mit der Nadel parallel werde, und beyder Aequatorflächen in Einer Richtung liegen (Taf. 5. Fig. 31.). So wird sich die Nadel *sn* dem Magnet zwar so viel wie möglich nähern, aber so, daß ihre Richtung unverändert bleibt, und der Parallelismus der Axe des Magnets mit der Nadel immer statt findet.

Dies ist der Versuch, dessen ich oben S. 105. gedacht habe, der einen andern Erfolg haben würde, wenn die magnetischen Erscheinungen von einer Wirbelbewegung der feinen Materie herkämen. Denn was würde natürlicher seyn, als daß die Nadel von dem Wirbel fortgerissen, und an den Pol gebracht würde, gegen welchen sie gerichtet ist? Allein nach meiner Theorie hat die Erklärung keine Schwierigkeit. Die Nadel, die in die Atmosphäre des Magnets gelegt worden, wird in dem Augenblick in einen Magnet verwandelt, an dessen Ende *n* die nördliche, an *s* aber die südliche Flüßigkeit gesammlet wird, vorausgesetzt, daß die freundlichen Pole in den Enden des parallelen Magnets S und N sind; *n* wird also nach S und *s* nach N gezogen wer-

den

den (Satz 16.), und die Nadel daher zu keinem hinzuschwimmen. Weil aber die Wirkung der magnetischen Pole mit der verminderten Entfernung immer größer wird, so wird die Nadel gegen den Magnet bewegt werden, aber so, daß ihre Pole von den Polen des Magnets beständig gleich weit abstehen. Sie wird sich also in einer parallelen Richtung bewegen.

Da der Magnet das Eisen nur in sofern anzieht, in wiefern es in einen wahren Magnet verwandelt worden (Satz 18.), so wird der Versuch besser von statten gehen, wenn man die Nadel, ehe man sie auf das Wasser legt, mit einem Magnet entweder berührt, oder einmal streicht. Denn dadurch wird der Versuch selbst nicht im geringsten geändert.

Erste Anmerkung. Man kann diese Beobachtung auch so anstellen. Auf eine Glasplatte, unter der ein starker Magnet liegt, lege man eine sehr glatte stählerne Nadel mit der Axe des Magnets parallel, so daß sie die Aequatorfläche desselben rechtwinklicht durchschneidet. Wenn man hierauf die Platte einigemal schwach erschüttert, so wird sich die Nadel langsam, aber beständig parallel gegen den Magnet bewegen.

Wenn der Magnet nicht genau waagrecht liegt, oder wenn die Pole der Nadel nicht gleich stark sind, so wird der Versuch nicht erwünscht von statten gehen, und die Nadel wird sich sogar einigemal demjenigen Pol nähern, von dem sie am weitesten entfernt ist.

Dritte

Dritte Beobachtung. Wenn die auf dem Wasser schwimmende Nadel *sn* einem Pole des Magnets näher ist, als dem andern, so bleibt die Richtung der Nadel nicht mehr, wie in der vorigen Beobachtung, parallel, sondern die Nadel wird sich dem Pol, von dem sie am wenigsten entfernt ist, in einer krummen Linie nähern. Diese krummen Linien verändern sich nach den verschiednen Stellen der Atmosphäre, in welche die Nadel gelegt wird. Bringt man sie in die Grenze der Atmosphäre, so bewegt sie sich in einer krummen Linie, die da, wo sie auf den Magnet trift, die verlängerte Axe zur Tangente hat. Diese krummen Linien sind (Taf. 5. Fig. 32.) abgebildet.

Um die Entstehung dieser krummen Linien einzusehen, muß man bedenken, daß sich in den Spitzen der Nadel *s* und *n* Pole bilden, die mit den Polen N und S freundschaftlich sind; indem nun die südliche Spitze der Nadel *s* nach dem Nordpol des Magnets N gezogen wird, so wird zugleich die nördliche Spitze *n* von demselben zurückgestoßen. Setzt man hierzu noch die Anziehung, die der Südpol des Magnets S gegen *n* als einen freundschaftlichen Pol äussert, so sieht man gleich, daß sich die Nadel dem Magnet in einer krummen Linie nähern muß, eben so, wie sich ein Schiff dem Ufer in einer krummen Linie nähert, gegen welches es mit zunehmender Geschwindigkeit gezogen wird, unterdessen es das Steuerruder davon abhält.

Vierte

Vierte Beobachtung. Man halte den Magnet mit der Oberfläche des Wassers parallel, und in einiger Entfernung davon, so wird man allemal beobachten, daß sich die Nadel aus jeder Stelle im Wasser, wenn sie nur innerhalb der magnetischen Atmosphäre liegt, der Fläche des Aequators nähere, und nicht eher ruhe, bis sie mit der Axe des Magnets parallel ist. Auch die Nadeln, die sich in der dritten Beobachtung dem Magnet in verschiednen krummen Linien näherten, gehen nun zurück zur Fläche des Aequators.

Es muß in der That wunderbar scheinen, wenn man sieht, daß die Nadel aus einem Ort, unter dem Pol, wo die Wirkung des Magnets am stärksten ist, dahin geht, wo sie am allerschwächsten ist. Betrachtet man aber die Sache genauer, so befindet sich in dieser Erfahrung nichts, was sich nicht leicht aus meinen Grundsätzen herleiten ließ.

Wenn die Nadel *sn*, unter dem Pol des Magnets NS (Taf. 5. Fig. 33.) liegt, so ist die Richtung der Kraft *s*N, nach welcher die Nadel an den Magnet gezogen wird, auf dessen Axe senkrecht; die Richtung der Kraft aber, mit welcher sie an den andern Pol gezogen wird, und die *n*S ausdrückt, ist gegen die Axe und Nadel sehr schief, jene kann daher, ob sie gleich viel stärker ist, nicht verhindern, daß diese nicht eine Wirkung haben, und die Nadel nach S ziehen sollte. Eben so giebt der schwerste Körper, wenn

wenn er als ein Pendel aufgehangen worden, einem sehr kleinen Stoß von der Seite nach. Sobald aber die Mitte der Nadel in die Fläche des Aequators gekommen ist, so wird die Richtung der Polarkräfte gleich schief, und die Nadel muß also ruhen, wie ich schon im zehnten Satz N. 1. S. 90. gesagt habe.

Fünfte Beobachtung. Nun neige man den Magnet so, daß dessen verlängerte Axe die Oberfläche des Wassers unter einem schiefen Winkel schneide, der jedoch nicht zu klein seyn darf; so wird die Nadel *sn* alsbald den Aequator verlassen, und sich dem Pole des Magnets nähern, der dem Wasser am nächsten ist, und zwar so, daß sie sich anfangs in einer geraden Linie bewegt, dann um den Punkt *s* wendet, und mit dieser Spitze die krumme Linie s s σ beschreibt, bis sie endlich in *s*v, nämlich der Vertikalfläche des magnetischen Meridians, oder nahe dabey ruhet. Die 34ste Figur der 5ten Tafel stellt diesen Weg der Nadel vor, und zeigt zugleich die Stellungen, in die sie nach und nach kömmt.

Wenn der Magnet gegen das Wasser geneigt worden, so ist der Pol der Nadel *s* dem einen Pol des Magnets N näher, als der Pol *n* dem andern S, das Gleichgewicht der Kräfte ist also gehoben, und die Nadel *sn* muß sich nach N bewegen. Die Kraft *st*, welche das Ende der Nadel an den Magnet zieht, wird nicht mehr ganz auf die Erhebung der Nadel verwendet, wie

in

in der vierten Beobachtung, sondern macht zum Theil die Bewegung der Nadel nach N geschwinder. Denn man zerlege *ſt* in *tp* und *ps*, so wird *tp* der Vermehrung der Geschwindigkeit nach N proportional seyn. Jemehr sich aber die Nadel dem Pol N nähert, desto stärker wird ihre Oberfläche von diesem nach der Länge angezogen; und hieraus müssen die verschiednen Lagen, in welche die Nadel kömmt, erklärt werden.

Sechste Beobachtung. Diese Erscheinung bemerkt man ebenfalls, wenn nicht, wie in der vorigen Beobachtung, der Magnet gegen die Nadel, sondern die Nadel gegen den Magnet geneigt wird, und sie folgt aus derselben Ursache. Dies ist der Fall, wenn man auf eine vollkommen polirte Platte, unter welcher ein Magnet ist, eine sehr feine stählerne Nadel legt, welche sich geschwind der Seite des Magnets, und von da dem Pol nähern wird. Doch muß bey diesem Versuch der Magnet sehr stark seyn, und die Nadel sich gleich im Anfang näher bey dem einen Pol als bey dem andern, befinden. Durch eine geringe Erschütterung der Platte wird übrigens der Erfolg erleichtert.

Siebente Beobachtung. Wenn der Magnet SN (Taf. 5. Fig. 35.) über die Oberfläche des Wassers senkrecht gehalten wird, so bewegt sich die Nadel, wenn sie in der magnetischen Atmosphäre liegt, gerade nach dem Pol. Doch

kömmt

kömmt sie nicht ganz bis an die Axe, ausser wenn der Magnet der Oberfläche des Wassers sehr nahe ist, wobey man aber kaum vermeiden kann, daß sich die Nadel nicht an den Magnet hängt.

Erhebt man den Magnet allmälig über das Wasser, so wird man gewahr, daß die Nadel zurück geht, als ob sie abgestoßen würde, und je mehr man ihn in die Höhe hebt, desto mehr geht die Nadel zurück. Diese Erscheinung ist wirklich sehr sonderbar, und es läßt sich von ihr, so wie von der vorigen, keine andre Ursache angeben, als die Wirkung des feindschaftlichen Pols, der vom Magnet SN an dem weggewendeten Ende *n* gebildet worden ist; denn diese Wirkung wird immer stärker, je mehr sich der Pol des Magnets entfernt, und der Unterschied der Abstände, zwischen den Polen der schwimmenden Nadel, und dem Pol des Magnets, nimmt mit der vergrösserten Erhebung immer ab, es muß also die Wirkung des feindschaftlichen Pols *n* gegen den Pol N immer weniger abnehmen, als die Wirkung des freundschaftlichen.

Noch deutlicher läßt sich diese Sache auf folgende Art erklären. Wenn der Magnet aus N in R erhoben worden ist (Taf. 5. Fig. 36.), so wird die Richtung der Anziehung aus N*s* in R*s* verwandelt, und sie nähert sich daher mehr der senkrechten. Diese wird aber, sowohl wegen des Gewichts der Nadel, als auch wegen ihres Zusammenhangs mit dem Wasser fast ganz aufgehoben.

hoben. Die Nadel muß also durch die Wirkung der feindschaftlichen Pole *n* und N etwas zurück gestoßen werden, bis die Wirkung des freundschaftlichen Pols *ſ* in denselben N jener gleich wird. Dieser Theil der ganzen Wirkung zwischen beyden Polen richtet die Spitze der Nadel dahin, wo die verlängerte Axe des Magnets die Oberfläche des Wassers schneidet.

Zweyte Anmerkung. Dies läßt sich auch sehr leicht aus der Zerlegung der Kräfte herleiten. — Der Magnet sey SN, und man stelle sich die Kraft des gegen die Nadel *ſn* gekehrten Poles N in einem Punkt N beysammen vor. Man drücke die Kraft des Pols gegen das (in diesem Fall südliche Ende) der Nadel durch die Linie *ms* aus, und zerlege sie in *mr* und *rs*, von denen die eine *mr* durch das Gewicht der Nadel, und derselben Zusammenhang mit dem Wasser aufgehoben wird, die andre aber die Nadel gegen den Pol N treibt. — Man nenne den Winkel $mrs = SNA = p$, und die Kraft des Pols, durch *ms* ausgedrückt, $= a$, so ist $rs = a. \sin p$.

Eben so drücke $\mu n = \alpha$ die Kraft aus, mit welcher der Pol des Magnets die Nadel abstößt, und man zerlege sie in $\mu \varrho$ und ϱn, von denen die erste wie vorhin aufgehoben wird, die zweyte aber die Nadel in einer Richtung, die der vorigen entgegengesetzt ist, treibt; ferner sey der Winkel $n \mu \varrho = nNA = \pi$, so ist $\varrho n = \alpha. \sin \pi$.

Wenn also das Gleichgewicht seyn, und die Nadel ruhen soll, so muß folgendes statt finden:

$$\begin{aligned} &a.\ \sin p = \alpha.\ \sin \pi \\ \text{oder } &a.\ \sin sNA = \alpha.\ \sin nNA \\ \text{folglich } &a : \alpha = \sin nNA : \sin sNA \end{aligned}$$

Hieraus lernt man

1) Daß die Kräfte, die ein Pol des Magnets N gegen die entgegengesetzten Enden der Nadel äussert, verschieden sind, daß die Kraft gegen s größer, und die gegen n kleiner sey, daß aber doch gleiche Wirkungen erfolgen, wenn jene Kräfte mit den Sinussen der Winkel, welche die Axe des Magnets mit den Linien macht, die von dem Pole des Magnets auf die Enden der Nadel gezogen werden, in umgekehrtem Verhältniß stehen.

2) Wenn der Magnet tiefer gehalten wird, so vermindert sich dessen Entfernung von der Nadel, aber die Kraft, sie sowohl anzuziehen, als abzustoßen nimmt zu, und die Kraft, welche die Nadel bewegt, ist $= a.\ \sin sNA - \alpha.\ \sin nNA$. Diese Größe ist, da sich jetzt die Nadel dem Magnet nähert, bejaht, oder, welches auf eins hinauskömmt, es ist in diesem Fall $a.\ \sin p > \alpha.\ \sin \pi$. Erhebt man aber den Magnet, so geht die Nadel zurück, zum Kennzeichen, daß $a.\ \sin p - \alpha.\ \sin \pi$ verneint, oder $a.\ \sin p < \alpha.\ \sin \pi$ sey.

3) Wenn der Magnet diese Lage behält, und die Nadel *ns* so an den Magnet gebracht wird, daß die Spitze *s* unter N fällt, so wird sin *s*NA, oder sin p = 0; aber nicht sin π, hieraus folgt, daß die Nadel nicht in dieser Lage ruhen könne, sondern zurück gehen müsse.

4) Wenn sin p = sin π, so ist a = α, und die Nadel ruhet, welches sich fast zuträgt, wenn der Magnet auf eine größere Höhe erhoben wird, und die Nadel nur sehr klein ist. Denn ob sich dies gleich nach aller Schärfe nur dann zuträgt, wenn der Magnet unendlich erhöht worden, so ist doch in einer mäßigen Höhe der Unterschied der Kräfte so gering, daß er eine Nadel durch das Wasser hin und her zu bewegen nicht mehr vermögend ist.

Ich habe angenommen, daß die Kraft des Pols S des Magnets in die Nadel *ns* entweder unmerklich, oder in beyde Enden der Nadel gleich stark sey, und dieses konnte ich mit Recht voraussetzen, da man auf die Wirkung, die in diesem Fall daraus folgt, nicht zu achten braucht, wie auch schon, bey einer ähnlichen Gelegenheit, Aepinus gethan hat. — Wollte indessen doch Jemand die Kraft dieses Pols S mit in Betrachtung ziehen, so nenne man die Winkel *s*SA und *n*SA, p′ und π', die Kräfte a′ sind α', und das Gleichgewicht findet statt, wenn

$$a. \sin p - a' \sin p' = \alpha. \sin \pi \pm \alpha' \sin \pi'$$

Denselben Erfolg erhält man, wenn man Eisenfeilspäne, oder Eisensand über Wasser streut, und hernach entweder über das Wasser, oder unter das Gefäß, das mit Wasser gefüllt ist, (welches darum nicht tief seyn darf,) einen Magnet bringt. — Wenn man aber auf eine Glastafel Feilspäne, oder kleine Stückgen einer Nadel legt, die sich gegen einen nähernden Magnet erheben, so zeigen sich, wenn man die Platte etwas erschüttert, nach der verschiednen Lage des Magnets, verschiedne Erfolge; denn, wenn er über die Tafel erhoben wird, so nähern sich die Eisentheilgen dem entgegengekehrten Pole, ja selbst der Axe desselben in jeder Entfernung, und wenn der Magnet unter die Platte gelegt wird, so entfernen sie sich. Diesen letzten Fall hat Aepinus sehr wohl erläutert.

Achte Beobachtung. Wenn man den Magnet langsam umwendet, daß er in einiger Entfernung von seiner ersten Stelle, z. B. so weit als die Länge der Axe beträgt, in eine entgegengesetzte Stellung kömmt, so wird sich die Nadel unterdessen zum umgewendeten Magnet, in der krummen Linie *nrs*, bewegen. Nach den verschiednen Entfernungen, welche die Nadel von der Axe des Magnets hat, ist die krumme Linie mehr oder weniger gebogen. Der Grund dieser Beobachtung ist aus dem vorhergehenden klar.

Zusatz.

Zusatz. Daß Feilspäne auf einer Glasplatte, unter welcher ein Magnet liegt, sobald sie Reihen gebildet haben, ruhig bleiben, rührt blos vom Reiben und von ihrer Adhäsion an das Glas her. Wenn man diese aufheben könnte, so würden sich alle Eisentheilgen, eben so, wie die auf dem Wasser schwimmende Nadel, dem Magnet in verschiednen, geraden und krummen Linien nähern. Man kann also aus dieser scheinbaren Ruhe der Eisentheilgen keinen Schluß gegen die Wirbelbewegung der magnetischen Materie ziehen.

Dritte Anmerkung. So wie die zweyte Beobachtung mit einer wirbelförmigen Bewegung der magnetischen Flüßigkeit nicht bestehen kann, so giebt es doch auch andre, welche einen leicht verleiten können, nach dem Schein zu urtheilen, daß die Ursache der magnetischen Erscheinungen ein kreisförmiger Strohm der feinen Materie um den Magnet sey. Allein die Beweise des sechzehnten und siebzehnten Satzes, die, ohne die Hypothese von einer Kreisbewegung anzunehmen, gemacht worden sind, und welche die Quelle der Erklärungen der meisten dieser Beobachtungen abgeben, werden diese Meynung hinlänglich widerlegen.

Bisher haben wir die Gesetze untersucht, welche die magnetische Flüßigkeit befolgt, die durch Kunst, z. B. wenn man ein Stück Eisen immer nach Einer Richtung streicht, erregt worden ist, und die man beständig um jeden Magnet beobachten kann. Nun müssen wir noch von jener Art des Magnetismus handeln, welche die Natur, ohne durch die Kunst unterstützt zu werden, hier und da zeigt, und die man mit solcher Verschiedenheit und scheinbarer Unbeständigkeit vertheilt antrift, daß einige Naturforscher geglaubt haben, man treffe hier ganz andre Gesetze an, als bey den gewöhnlichen Magneten. Dieses Urtheil ist, glaub ich, mehr aus Uebereilung gefällt worden, da ich versichert bin, daß sich bey dieser Gattung des Magnetismus nichts ereigne, was nicht mit allen Erscheinungen, welche magnetische Stäbe sehen lassen, unter dieselben Gesetze zu bringen wäre. Wir wollen diese Erörterung mit einem allgemein angenommenen Satz anfangen.

Vier und zwanzigster Satz.

Die Erde ist ein großer Magnet.

Dieser Satz ist von niemand in Zweifel gezogen worden, seitdem die bestimmte Richtung der Magnetnadel überall beobachtet worden ist, und seitdem man bemerkt hat, daß sogar eiserne Stäbe, die beständig in Einer Richtung gestan-

gestanden haben, mit der Zeit zu wahren, den künstlichen ganz ähnlichen Magneten geworden sind. Bey den Schriftstellern, die über die Lehre vom Magnet geschrieben haben, kann man viele Beyspiele von dieser Erscheinung lesen, die ich hier nicht wiederholen will. Musschenbroek besaß ein Stück eines eisernen Kreuzes, daß auf der Kirche zu Delft gestanden hatte, und so sehr mit magnetischer Kraft erfüllt war, daß es armirt, auf zwey Pfund gezogen haben soll. Wenn dieses seine Richtigkeit hat, und das Stück von weichem Eisen gewesen ist, so muß man in der That bekennen, daß die Natur mit der Zeit viel größere Wirkungen hervorbringen kann, als die Kunst. Denn man mag ein dergleichen kleines Stück Eisen behandlen, wie man will, man wird ihm nie so viel Kräfte mittheilen können. Hahn und Nebel *) sammelten ähnliche Stücke Eisen, die sehr stark magnetisch waren, von dem Thurm der Kathedralkirche zu Utrecht. Zu diesen Beyspielen will ich nur noch hinzusetzen, daß es nicht nöthig sey, daß das Eisen, das lange unter freyem Himmel stehen, und mit der Zeit in einen Magnet verwandelt werden soll, an einem hohen Ort aufbewahrt, oder mit Steinen umgeben werde. Ich habe mit einem alten eisernen Kreuze, das in einer unbeträchtlichen Hö-

*) Nebels Abhandlung über den künstlichen Magnet, S. 6.

he auf der Erde, in dem Kirchhofe eines friesländischen Dorfes (de kleine Hiaure) gestanden hatte, Versuche angestellt und gefunden, daß ein Theil desselben die Kraft besaß, Nähnadeln anzuziehn. Diese Beobachtung bestätiget die Behauptung des Herrn **Musschenbroek** *).

Vergleicht man nun hiermit dasjenige, was ich oben, im sechsten und siebenten Satz, von der Wirkung der magnetischen Stäbe in Eisen, das in ihre Atmosphäre gelegt worden ist, erwiesen habe, so muß man allerdings annehmen, daß **die Erde und alle Magnete von Einem Grundwesen belebt werden, daß daher die Erde mit den nämlichen Flüßigkeiten umgeben sey, die wir bey allen Magneten antreffen, und daß durch ihre Wirkung in einander Erscheinungen erfolgen, die jenen, welche wir an den Magneten beobachten, ähnlich sind.** Denn ähnliche Wirkungen müssen aus ähnlichen Ursachen entstehen.

Anmerkung. Indessen kann man dieser Behauptung nicht ohne Wahrscheinlichkeit entgegensetzen, daß, wenn die Erde ein großer Magnet wäre, und also auch, wie bald mit mehrerem erwiesen werden wird, ihre Pole hätte, von denen einer gegen Norden, der andre gegen Süden läge, so würde ein magnetisches in der Mitte,

*) Introduct. ad Philos. natural. S. 317.

te, an einem langen sehr dünnen Faden aufgehangenes Parallelepipedum, wenigstens in unsern nördlichen Gegenden, nach Norden von der senkrechten Linie abweichen. — Ferner, daß ein solches Parallelepipedum, wenn es bald mit diesem, bald mit jenem Pol gegen die Erde gekehrt, an einer sehr feinen Waage aufgehangen worden, mit verschiedner Kraft gegen die Oberfläche der Erde gezogen werden, und in dem Gewichte einen, obschon geringen Unterschied verursachen müßte. — Auf diese und ähnliche Einwürfe kann man sehr leicht antworten, daß der magnetische Pol der Erde, wegen seiner großen Entfernung in beyde Enden der Nadel, oder in beyde Pole des magnetischen Stabes gleich wirke. Daher wird sich zwar die Nadel, und jeder Magnet um den Mittelpunkt, aber nicht aus der Stelle bewegen. — Um dies auf einige Art zu erläutern, will ich folgendes Beyspiel anführen. Die untern Theile eines Steines sind, nach aller geometrischen Schärfe betrachtet, schwerer als die obern, weil diese weiter vom Mittelpunkt der Erde entfernt sind; da aber die Höhe des Steins, gegen den Halbmesser der Erde, unendlich klein ist, so kann man auch die Verschiedenheit in der Schwere der Theile für nichts achten. Und so muß man auch die Wirkung des magnetischen Pols der Erde in beyde Pole einer an der Oberfläche der Erde aufgehangnen Nadel für gleich halten, ob sie es gleich nicht nach aller Strenge ist, aber der Unterschied ist so gering, daß man ihn

auch durch Versuche, die mit der größten Genauigkeit angestellt worden sind, nicht entdecken kann. Ja die eisernen und magnetischen Nadeln, die auf dem Wasser schwimmen, werden in weit größerer Entfernung vom Magnet herum geführt, als so angezogen, daß sie sich demselben näherten; welches nur in einer geringern Entfernung erfolgt, wo der Unterschied der Abstände der Pole der Nadel, von dem Pole des entgegengekehrten Magnets, ein größeres Verhältniß zu ihnen erlangt.

Dieser Schluß setzt aber voraus, daß die Pole, welche die magnetische Kraft der Erde erweckt, absolut genommen, allemal gleich sind. Und warum sollte man dies nicht voraussetzen können, da es erwiesen ist, daß nie ein einzelner Pol erweckt werden könne, sondern der nördliche mit dem südlichen allemal verbunden sey, oder, nach meinen Grundsätzen zu reden, daß allemal so viel als von der einen, z. B. südlichen Flüßigkeit ausgetrieben wird, auch von der nördlichen ausgetrieben werde. Dies ist meinem System völlig angemessen, und streitet auch nicht wider die Erfahrung, ob diese schon oft die Ungleichheit der magnetischen Kräfte, die durch Berührung oder Streichen erweckt worden, zu erkennen giebt. Denn damit die ausgetriebnen Flüssigkeiten gleiche Kräfte äussern, wird ausserdem noch erfordert, daß sie auf ähnliche Weise durch den Magnet oder das magnetische

Eisen

Eisen vertheilt sind, welches nicht allemal zutrift.

Da dieses nun vorausgesezt worden, will ich weiter gehen, und die Erscheinungen, die der natürliche Magnetismus der Erde hervorbringt, zu erläutern suchen.

Fünf und zwanzigster Satz.

Ein eiserner Drath wirkt, wenn er horizontal in verschiednen Richtungen gegen die Magnetnadel gehalten wird, auf verschiedne Art in dieselbe.

Sieben und zwanzigster Versuch.

Man nehme einen eisernen Stab AC, von einiger Länge, (der, dessen ich mich bediente, war fast zwey Fuß lang, und sein Durchmesser ein Zoll,) der aber neu geschmiedet, oder wenigstens durch die Wirkung des Feuers, oder ein andres Mittel, seiner magnetischen Kraft so beraubt seyn muß, als man dies nur durch die Kunst bewirken kann. Diesen lege man, so daß er um das eine Ende C in der horizontalen Fläche OBWAO beweglich sey; und dabey habe man eine Magnetnadel *ncs* in Bereitschaft, die sich sehr leicht auf der Spitze *c* bewegt, und in ihrer natürlichen Richtung stehet, um sie bald auf diese, bald auf jene Seite der Linie AC B

setzen

setzen zu können, nachdem es die Lage des Stabes AC erfordert, und endlich stelle man sich vor, die Linie W*c*O sey von Morgen gegen Abend, in der Aequatorfläche der Magnetnadel, gezogen. Wenn dieses alles veranstaltet worden, so beobachtet man folgendes (Taf. 5. Fig. 37.):

1) Wenn der Stab AC in der Richtung der Linie CW, oder mit ihr parallel, und auf *ncs* senkrecht liegt, so bemerkt man in ihm keine Polarkraft, sondern er zieht beyde Pole der Magnetnadel gleich stark an.

2) Drehet man nun den Stab um das Ende C in der gedachten waagrechten Fläche so, daß das andre Ende A den nördlichen Halbkreis WAO durchläuft, so wird alsbald C den Südpol, A aber den Nordpol zeigen. Die größte Kraft erlangt der Stab, wenn er mit der Magnetnadel parallel wird, von da nimmt sie wieder ab, und verschwindet in OC.

3) Wenn man den Stab hierauf durch den andern, nämlich den südlichen Halbkreis drehet, so werden die Pole verwechselt, und in C wird der Nordpol, in A aber der Südpol seyn. Die größte Kraft zeigt sich wieder, wenn der Stab in der Richtung CB ist, von da nimmt sie ab, und verschwindet in CW.

Erster Zusatz. Werden die Pole nach der Lage des eisernen Stabes verwechselt, wie im obigen Versuch, so nennt man sie veränderliche,

um

um sie von den beständigen zu unterscheiden, die in jeder Richtung des Stabes dieselben bleiben.

Zweyter Zusatz. Diejenigen irren, welche, wenn sie den Magnetismus des Eisens entdecken wollen, dieses, ohne auf die Richtung zu sehen, horizontal gegen die Magnetnadel halten; denn nur in der einzigen Richtung, welche in dieser Fläche auf die Nadel senkrecht ist, kann man den Versuch mit Gewißheit anstellen. In jeder andern Richtung aber ist, wie dieser Satz zeigt, beständig einige magnetische Kraft im Eisen anzutreffen, und ein unvorsichtiger Beobachter könnte leicht glauben, sie wäre schon vor dem Versuch im Eisen gewesen, da sie doch weder von einer Berührung mit dem Magnet, noch von einem andern vorhergegangnen Kunstgriff, sondern von einer allgemeinen äusserlichen Ursache abhängt, deren Wirkung mit der Lage des eisernen Stabes beständig verändert wird.

Dritter Zusatz. Es ist möglich, daß dem Eisen von einem Magnet einige Kraft mitgetheilt werden kann, die nur in einer gewissen bestimmten Lage, nicht aber in allen merklich ist. Dies ist der Fall, wenn die mitgetheilte Kraft schwach ist, und wenn sie jener, mit welcher die magnetische Materie der Erde in einer bestimmten Richtung in das Eisen wirkt, entgegengesetzt ist; z. B. wenn in dem Stab CA (Taf. 5. Fig. 37.) durch einen Magnet an dem Ende C ein schwacher Nordpol erweckt worden wäre, so würde

man,

man, indem der Stab den nördlichen Halbkreis WAO beschreibt, keine Kennzeichen davon beobachten können, so lange der Südpol, den die magnetische Wirkung der Erde erweckt, jenem gleich ist, oder ihn übertrift. Wenn aber der Stab den südlichen Halbkreis OBW beschrieben hätte, so würde die mitgetheilte Kraft zu groß scheinen, weil sich nun die magnetische Kraft der Erde mit jener vereiniget hätte. Dies ist also die Ursache, warum es scheinen kann, daß der dreyzehnte Versuch nicht in allen Fällen erwünscht von statten gehe; dann nämlich, wenn die magnetische Kraft, die durch den Magnet SN in drey Stäben erregt worden, in dem letzten MO nicht nur schwach, sondern auch die Richtung des Stabes MO so beschaffen ist, daß die gedachte Kraft durch den Magnetismus der Erde leicht aufgehoben werden kann (Taf. 1. Fig. 5.).

Vierter Zusatz. Im gegenwärtigen Satz liegt ein neuer Beweis gegen diejenige Meynung, welche um die magnetischen Erscheinungen zu erklären, fasrichte Zwischenräume und mit Klappen versehene Gänge in dem Eisen und Stahl erfordert. Denn wenn ich auch zugebe, daß diese Fasern, die von Natur ohne Ordnung in diesen Körpern liegen, durch eine äusserliche Kraft, z. B. durch Schläge mit dem Hammer, oder durch eine andre, mit großer Gewalt wirkende Ursache in eine regelmäßige Lage gestellt werden können, und daß sie hernach von derselben Ursache,

sache in die entgegengesetzte Richtung gebracht, und so die Pole an den Enden nach Willkühr verwechselt werden können; so wird mich doch niemand überreden können, daß dieses alles von der bloßen Veränderung der Lage, in die der Stab kömmt, wenn er in diesem oder in jenem Halbkreis ist, abhängen könne; denn die Fasern oder Klappen des Eisens müßten sich eben so oft umwenden, und eine andre Stellung annehmen, als der Stab seine Lage verändert. Aber was für eine Ursache kann man von dieser Wirkung angeben? Hier wirkt kein Stoß einer äusserlichen Kraft, wodurch die Eisentheilgen erschüttert oder bewegt werden könnten. Will man diese Wirkung von dem Wirbel der magnetischen Materie um die Erde herleiten, so leitet man von einer geringen Ursache eine weit größere Wirkung her. Denn wie sollte wohl die magnetische Flüßigkeit, die, wenn sie um den Magnet in einem Wirbel bewegt, und an dessen Enden verdichtet wird, kaum eine sehr leichte Nadel erheben kann, wie sollte diese in einem Augenblick unzählige Fasern umwenden, und alle nach Einer Richtung stellen können? In der That, so lange man nicht beweisen kann, daß die innern Eisentheilgen weicher als fließendes Wachs sind, kann diese Hypothese unmöglich bestehen. Wie sich diese Erfahrungen aus meiner Theorie herleiten lassen, wird bald gesagt werden.

Sechs und zwanzigster Satz.

Wenn ein eiserner Stab, in der Fläche des magnetischen Meridians, um ein Ende, wie um einen Mittelpunkt bewegt wird, so wirkt er unter verschiednen Winkeln mit einer horizontalen Linie, auf verschiedne Art in die Magnetnadel.

Ich nenne den magnetischen Meridian mit andern die krumme Linie, die durch die magnetischen Pole der Erde geht, und deren Tangente die Richtung einer gut verfertigten Magnetnadel ist.

Acht und zwanzigster Versuch.

Man lege den nur gebrauchten Stab CA (Taf. 5. Fig. 37.) in die Fläche des magnetischen Meridians, ACB sey horizontal, und mit dem Halbmesser CA beschreibe man den Kreis AOBWA, übrigens stehe die Magnetnadel *ncs*, deren Nordpol *n* der Südpol *s* ist, in ihrer natürlichen Lage. Man stelle das Ende C dem Mittelpunkt der Nadel *c* gegen über in einer Entfernung, die weder zu groß seyn darf, weil sonst gar keine Wirkung erfolgen würde, noch zu klein, weil sich dann die Nadel dem Stabe beständig, in welcher Richtung er auch sey, nähern würde. Diese Entfernung war in unserm Versuch

such 4 Zoll, sie hätte aber auch noch kleiner seyn können; überhaupt muß, wie jeder leicht sieht, die Entfernung zum Durchmesser des Stabes proportionirt werden. Endlich muß der Stab, wie im vorigen Versuch, ganz unmagnetisch seyn. Wenn diese Einrichtung getroffen worden ist, so beobachtet man folgendes:

1) Liegt der Stab in der horizontalen Linie AC, so zieht das nach Süden gekehrte Ende C den Nordpol der Nadel *n* an, an diesem Ende ist daher der Südpol, so wie am andern A der Nordpol.

2) Indem das Ende A durch den Bogen AMWA′ läuft, so nimmt die Kraft beyder Pole zu bis in M, wo sie am stärksten ist, von da aber nimmt sie ab und verschwindet in A′.

3) Wird der Stab durch den andern Halbkreis A′BNOA′′ bewegt, so werden die Pole verwechselt, indem in C der Nordpol, und in A der Südpol zum Vorschein kömmt.

4) Die Kräfte dieser Pole nehmen zuerst wieder zu, und sind am stärksten, wenn der Stab einen Quadranten durchlaufen ist, und in der Richtung CN auf A′C senkrecht steht, von da nehmen sie wieder ab, und verschwinden in CA′.

5) Wird der Stab durch A′′A bewegt, so werden die Pole wieder so verändert, wie sie anfangs waren. Der Nordpol ist nämlich in A, und der Südpol in C.

Dies sind die Beobachtungen, welche auf unsrer nördlichen Halbkugel angestellt werden

 können,

können, die aber ganz anders ausfallen würden, wenn sie unter dem Aequator, oder in der südlichen Halbkugel gemacht würden, wie die Versuche zeigen, die ein englischer Schiffer, der 1684 durch den Aequator segelte, mit einem eisernen senkrechten Stabe unternommen, und in den Philosophical Transactions N. 177. bekannt gemacht hat. Ich werde diese Versuche hier um so viel lieber mittheilen, da es gewiß ist, daß, wenn mehrere dergleichen Beobachtungen, von denen, die jährlich den weiten Ocean beschiffen, und die entlegensten Gegenden besuchen, angestellt würden, die Lehre von dem Magnetismus der Erde sehr erweitert, und vielleicht in ein größeres Licht, als man vermuthen sollte, gesetzt werden würde. Die Beobachtungen des Engelländers waren folgende.

1) Von England bis auf den zehnten Grad nördlicher Breite zog der Nordpol der Magnetnadel den obern Theil des eisernen Stabes an, und der Südpol näherte sich mit großer Kraft dem untern Ende desselben.

2) Unter dem 9°, 42′ nördlicher Breite, und 9°, 32′ westlicher Länge von Lizard (einem Vorgebirge in Cornwallis) zog der Südpol der Nadel das untre Ende des Stabes sehr stark an, aber der Nordpol zog das obere Ende des Stabes nicht mehr so stark an, als vorhin.

3) Unter dem 4°, 33′ nördlicher Breite, und 5°, 18′ westlicher Länge von Lizard fieng der Nordpol der Nadel an vom obern Theil des

Stabes

Stabes abgestoßen zu werden, und der Südpol der Nadel näherte sich dem untern Theil des Stabes stärker.

4) Unter dem 0°, 52′ südlicher Breite und 11°, 52′ westlicher Länge von Lizard wurde der Nordpol der Nadel weder vom obern noch untern Theile des Stabes angezogen, doch neigte sich der Südpol der Nadel gegen den untern Theil des Stabes, wiewohl nur schwach.

5) Unter dem 5°, 17′ südlicher Breite und 15°, 9′ westlicher Länge von Lizard kehrte sich der Südpol der Nadel gegen das untere Ende des Stabes, doch wurde es nicht von dem obern Theile desselben angezogen, welcher auch nicht den Nordpol der Nadel anziehen konnte. Wenn man aber den Stab horizontal in den Erdmeridian legte, so kehrte sich der Nordpol der Nadel gegen das südliche Ende des Stabes.

6) Unter dem 8°, 17′ südlicher Breite und 17°, 35′ westlicher Länge von Lizard wurde der Nordpol der Nadel nicht von dem obern Theil des Stabes angezogen, sondern vielmehr abgestoßen. Allein der Südpol der Nadel wurde vom untern Ende des Stabes etwas angezogen, und veränderte seine Lage ungefähr um 2 Punkte. Der Stab ward hierauf so über die Nadel gestellt, daß dessen oberer Theil gegen den Südpol des Himmels, der untre gegen den Nordpol gerichtet war, worauf der Nordpol der Nadel vom untern Theil angezogen wurde, und dessen Bewegung folgte. Legte man aber den Stab horizontal, so waren die Erscheinungen wie oben.

 7) Unter

7) Unter dem 15° südlicher Breite und 20° westlicher Länge von Lizard fieng der Südpol der Nadel an, von dem obern Theil des Stabes angezogen zu werden, und der Nordpol der Nadel zog den untern Theil des Stabes an. Legte man aber den Stab horizontal, so zog der Nordpol der Nadel den südlichen Theil des Stabes an, und umgekehrt.

8) Unter dem 20°, 20′ südlicher Breite und 19° 20′ westlicher Länge von Lizard zog der Südpol der Nadel das obere Ende des Stabes an, und der Nordpol zog den untern sehr stark an.

9) Unter dem 29°, 15′ südlicher Breite und 13°, 10′ westlicher Länge von Lizard erfolgten dieselben Erscheinungen.

Erster Zusatz. Da man ähnliche Erscheinungen hervorbringen kann, wenn man einen Drath, an verschiednen Stellen, in die Atmosphäre hält, die einen Magnet umgiebt, wie ich schon im siebenten Satz mit vielen Versuchen erwiesen habe; so trag'ich in der That kein Bedenken, die magnetischen Erscheinungen aus eben den Ursachen zu erklären, und daher alles, was ich vom elften bis drey und zwanzigsten Satz erwiesen habe, auf die Materie, die unsre Erde umgiebt, anzuwenden. Ich behaupte daher, daß unsre Erde zum wenigsten zwey magnetische Pole habe, einen gegen Norden, und den andern gegen Süden; daß jeder Pol mit einer besondern magnetischen Flüßigkeit umgeben sey; daß diese beständig nach dem Gleichgewicht streben, und unter dem magnetischen

Aequator der Erde, der etwas, doch nicht weit vom Weltäquator entfernt seyn muß, im Gleichgewicht stehen; daß von da die magnetischen Flüßigkeiten immer mehr getrennt werden, und unter den Polen am reinsten sind; und daß endlich eigentlich die südliche Flüßigkeit den Nordpol der Erde umgebe, und in unsrer Hemisphäre das Uebergewicht habe, so wie die nördliche Flüßigkeit in der südlichen Halbkugel. (Die magnetischen Pole der Erde sind sehr uneigentlich von einigen durch andre Benennungen unterschieden worden, als ich gebraucht habe, indem sie die Pole nördlich und südlich nennen, die ich südlich und nördlich nenne.)

Zweyter Zusatz. Die Wirkung der magnetischen Flüßigkeit, welche die Erde umgiebt, in das Eisen auf ihrer Oberfläche besteht, darinnen, daß sie das Gleichgewicht der Flüßigkeiten, welche in diesem verborgen sind, aufheben, und diejenige Flüßigkeit, welche mit jener magnetischen Materie der Erde, die an dem Orte das Uebergewicht hat, freundschaftlich ist, an dem untersten Orte, d. i. nach dem magnetischen Pol der Erde, oder dem Mittelpunkt der Anziehung hinziehe. Hierbey muß man aber merken, daß der unterste Ort nur nach der Analogie so genennt werde. Wie man nämlich in der Hypothese der allgemeinen Schwere denjenigen Körper den untersten nennt, welcher vom Mittelpunkt, gegen den die schweren Körper fallen, am wenigsten entfernt ist; so nennt man auch in

der Hypothese der magnetischen Anziehung den den untersten Körper, welcher dem magnetischen Pole am nächsten ist. Dieser Erfolg fand auch bey einem einzelnen Magnet im siebzehnten Versuch statt.

Dritter Zusatz. Aus dem nur angestellten Versuch sieht man, daß sich, wenn der eiserne Stab AC mit der senkrechten Linie OCW den Winkel A'CW oder A''CO macht, gar keine magnetische Kraft an dessen Enden zeige, oder, welches eben so viel ist, daß die feinen Materien, die in dem Eisen enthalten sind, nach dem einen Ende so stark gezogen werden, als nach dem andern: die Richtung der magnetischen Anziehung wird daher in dieser Lage auf den Stab senkrecht seyn; die Folge davon ist, daß die nördliche, in dem Eisen enthaltne Flüßigkeit gegen diejenige Seite getrieben wird, die nach Norden steht, und die südliche nach der andern. Der eiserne Stab ist also auch in dieser Lage, ob er gleich ganz unmagnetisch zu seyn scheint, ein wahrer Magnet, dessen Pole nach der Länge gestellt sind, der Nordpol an der Seite gegen Mitternacht, der Südpol gegen Mittag (fast wie im zwanzigsten Satz). Es ist zwar wahr, daß dieser Magnetismus in Dräthen von einem kleinen Durchmesser ganz unmerkbar ist, doch schreibe ich dies mehr der Unvollkommenheit unsrer Instrumente zu, denn bey dickern Stangen kann man ihn allerdings beobachten, wie jeder, der es mit einer Magnetnadel versuchen will, sehen kann. Ja

sogar in dem Stabe, dessen ich mich bediente, und dessen Durchmesser nur ein Zoll war, konnte ich diese magnetische Kraft sehr leicht beobachten; denn die ganze obere Seite zog den Nordpol der Magnetnadel an, und stieß den Südpol ab, so wie die untere den Südpol anzog, und den Nordpol abstieß; nur an den Seiten gegen Morgen und gegen Abend ward kein Pol mehr, als der andre, angezogen. Hieraus lernt man zugleich, daß, wenn man die erste Beobachtung des 27sten Versuchs genau anstellen will, man die Nadel *ncs* so stellen müsse, daß sie mit dem Aequator dieses neuen Magnets, der entweder mit der Axe des Stabes zusammen fällt, oder doch in einer geringen Entfernung mit ihr parallel ist, in einer Fläche liege. Und wenn man den letzten Versuch ohne Gefahr zu irren anstellen will, so wird erfordert, daß sich der Punkt *c*, um welchen sich die Nadel bewegt, mit dem Ende des Durchmessers des Aequators in Einer horizontalen Linie befinde, und daß endlich der Stab überall gleich dick sey.

Vierter Zusatz. Wenn der Stab aus dieser Fläche, gegen welche nämlich alle Richtungen der magnetischen Anziehung senkrecht sind, gebracht wird, so zeigen sich beständig an beyden Enden Pole, nach dem Gesetz, das ich im zweyten Zusatz angeführt habe, dessen wahrer Grund nun auch aus meiner neuen Theorie erhellet. Denn wenn die Linie MC′ die Richtung vor-

stellt, unter welcher die magnetische Flüßigkeit, die in unsrer nördlichen Halbkugel das Uebergewicht hat, wirkt, und der Stab A'C auf sie senkrecht ist, so erhellet, daß, sobald der Stab nur in etwas von dieser Richtung abweicht, die Flüßigkeiten in ihm alsbald abgesondert werden müssen, und daß diejenige, welche mit der magnetischen Flüßigkeit der Erde freundschaftlich ist, an dem Ende angehäuft werden müsse, welches dem Mittelpunkt der magnetischen Anziehung näher ist. Wenn man z. B. den Stab aus A'C in die horizontale Lage CB bringt, so erhellt leicht, daß die nördliche Flüßigkeit in dem Eisen, die von der magnetischen Materie der Erde in der Richtung MC angezogen wird, nach C, und die südliche nach B weichen müsse, und daher in C der Nordpol, in B der Südpol gefunden werde. Auf dieselbe Art kann man alle Beobachtungen, die, unter verschiednen Stellungen des Stabes, in den beyden letzten Versuchen angestellt worden sind, vollkommen erklären. Doch muß ich dabey überhaupt anmerken, daß ich den Ausdruck Anziehung, hier und an andern Stellen, nur wegen seiner Kürze und Leichtigkeit gebraucht habe, und darunter nichts weiter verstehe, als den Trieb oder das Bestreben nach dem Gleichgewicht, welches die ungleichnamigen Flüßigkeiten äußern, und welches man beständig, ohne die eigentlich sogenannte Anziehung, erklären kann.

Fünfter Zusatz. Der eiserne Stab ist also, wenn wir genau reden wollen, in jeder Fläche, sie sey horizontal oder schief, ein wahrer Magnet, und zeigt, welches bisher noch nicht beobachtet worden ist, unterschiedne Pole. Was sich aber durch den Stab AC, dessen ich mich bedient habe, oder auch durch einen kleinern, bey diesen Versuchen so deutlich zeigen läßt, das, glaub ich, muß man auch nach dem Gesetz der Stätigkeit von jedem noch so kleinem Drath annehmen. Denn es ist mehr als wahrscheinlich, daß die Natur, die diesem Gesetz beständig so getreu bleibt, auch in diesem Fall einen Sprung vermieden habe. Es wäre aber in der That ein wunderbarer Sprung, wenn das Gesetz, das, wie ich erwiesen habe, bey größern Stäben gilt, bey kleinern nicht mehr befolgt würde, z. B. bey solchen, deren Durchmesser nicht über zwey Linien, die Länge aber nicht über zehn Zoll ist, und bey allen, die noch nicht einmal so groß sind. Die Gesetze der Natur, die im Großen befolgt werden, finden auch im Kleinen Statt. Die Sonne und der Mond ertheilen dem Meer keinen größern Trieb, sich zu erheben, als stehenden Seen, obgleich die Wirkung davon bey diesen viel geringer, ja fast unmerkbar ist. Ich urtheile daher, daß der kleinste Drath sowohl, als die größten Stäbe, in jeder Fläche, die Eigenschaft eines wahren, mit unterschiednen Polen versehenen Magnets habe, daß man es aber, wie ich schon oben gesagt habe,

bloß unsern unvollkommnen Instrumenten zuzuschreiben habe, wenn diese Wahrheit nicht durch die Sinne beobachtet werden kann. Das kleinste in der Natur, sowohl der Größe als der Bewegung nach, wird unsrer angestrengtesten Aufmerksamkeit immer entgehen. Allein wenn alles Eisen, die größten und kleinsten Stücken sowohl, als die feinsten Feilspäne, sobald es in die Atmosphäre eines Magnets gebracht wird, den Magnetismus annimmt, und mit Polen versehen wird, warum, frag ich, kann nicht etwas ähnliches mit dem Eisen geschehen, wenn es in die Atmosphäre, die unsre Erde als einen schwachen Magnet umgiebt, gelegt worden?

Erste Anmerkung. Wäre der Stab AC schon vorher, ehe er zu den Versuchen angewendet wird, mit einiger magnetischen Kraft erfüllt gewesen, mit einer andern nämlich, als die er durch die Wirkung des Erdmagnetismus erhält, (welches man leicht durch eine Magnetnadel, die sich in ihrer natürlichen Lage befindet, entdecken kann, wie im zweyten Zusatz des vorigen Satzes gesagt worden ist,) so kann man durch CM die Richtung der magnetischen Anziehung, die von der Erde hervorgebracht wird, nicht entdecken, und die übrigen Beobachtungen werden auch einen ganz andern Erfolg haben. Einen solchen Stab kann man auch nicht gebrauchen, um den magnetischen Aequator der Erde, oder ihre Pole zu entdecken; denn er würde einen Pol der Magnetnadel

netnadel mehr als den andern anziehn, auch dann, wenn er gegen beyde Pole indifferent seyn sollte. Und ich glaube nicht ohne Grund, daß der Stab, dessen sich der englische Schiffer zu seinen Beobachtungen bedient hat, diesen Fehler gehabt habe. Ja es ist sogar schwer zu verhindern, daß der Stab nicht durch die Länge der Zeit einigen Magnetismus erlangen sollte, wenn er auch schon in die Fläche des magnetischen Aequators gelegt worden. Denn sobald er aus dieser Lage, nur mit einiger Gewalt, hervor gezogen wird, und noch vielmehr, wenn er gegen den Boden, oder einen andern festen Körper gestoßen wird, so nimmt er alsbald magnetische Kräfte an, wie mich folgender Versuch gelehrt hat.

Neun und zwanzigster Versuch.

Ich hob den eisernen Stab AC, der vorhin ganz unmagnetisch war, geschwind in die Höhe, als wenn ich ihn wider einen Körper mit Gewalt stoßen wollte, und es zeigte sich alsbald am untern Ende der Südpol, und am andern der Nordpol, wie ich hierauf den Stab umkehrte, und nach unten zu bewegte, als wenn ich ihn wider den Boden werfen wollte, so wurden die Pole, nachdem ich dies einigemal wiederholt hatte, verwechselt, und am untern Ende kam der Nordpol, so wie am obern der Südpol zum Vorschein. Ich beobachtete beständig ähnliche

ob-

obschon nicht gleich wirksame Erfolge, wenn ich den Stab in andern Flächen bewegte, nur nicht in A'CA'', auf welche die Richtung der magnetischen Anziehung der Erde senkrecht ist. Ich beobachtete aber zugleich, daß der Nordpol, der hervorgebracht wurde, immer stärker war, als der Südpol.

Und diese Erfolge, welche aus der Hypothese vom magnetischen Wirbel so schwer zu erklären sind, lassen sich sehr leicht aus meiner Theorie herleiten. Die magnetischen Flüßigkeiten sind in dem Stabe im Gleichgewicht, und die magnetische Materie der Erde, welche in unsrer Halbkugel das Uebergewicht hat, sucht dies zu zerstören, und hebt es auch wirklich etwas auf. Daß aber dieser Erfolg desto größer sey, je größer die Wirkung der einen Flüßigkeit in die andre ist, sieht man leicht, und nicht weniger deutlich bemerkt man, daß diese Wirkung in der That vermehrt werden muß, wenn man den Stab auf die vorgeschriebne Weise behandelt. Die Flüßigkeiten in dem Stabe werden sich also sehr bald trennen, und nach den Enden geführt werden, die südliche nach dem obersten, und die nördliche nach dem untersten, welches dem Mittelpunkt der magnetischen Anziehung näher ist, so wie eben diese Flüßigkeiten, wenn der Stab eine andre Lage hat, z. B. wenn er senkrecht auf die Richtung der Magnetnadel steht, durch die ordentliche Wirkung der magnetischen Anziehung der Erde nicht getrennt werden können. Es

wird

wird also in dem Stabe einige Polarkraft zurückbleiben, die durch neue Stöße der magnetischen Flüßigkeiten in entgegengesetzter Richtung aufgehoben werden muß.

Sechster Zusatz. Wenn der Stab A C die Lage A″C A′ hat, so ist die Richtung der magnetischen Anziehung auf den Stab, durch dessen ganze Länge senkrecht (dritter Zusatz). Dies zeigt an, daß der Mittelpunkt der magnetischen Anziehung so weit vom Stab entfernt sey, daß alle davon auf den Stab gezogne Linien für parallel angesehen werden können. Diese Erscheinung kann man also nicht beobachten, wenn man den Stab in die Atmosphäre eines einzelnen, natürlichen oder künstlichen Magnets legt; denn man sieht, daß dann der Mittelpunkt der Anziehung nicht weit entfernt sey.

Zweyte Anmerkung. Grimaldi hat um die Mitte des sechzehnten Jahrhunderts zuerst beobachtet, daß ein eiserner Stab am untern Ende von selbst magnetisch wird. Man muß gestehen, daß diese Beobachtung, nächst den andern vorher erzählten, eine der bequemsten sey, um den Magnetismus der Erde daraus zu beweisen, ich kann also, ohne einige Gefahr zu irren, den im ersten Zusatz erwähnten Schluß daraus herleiten. Selbst ohne mein System von zwey magnetischen Flüßigkeiten anzunehmen, wird man doch mit vollkommner Sicherheit auf den Magnetismus der Erde, und daß diese wenigstens

stens zwey Pole habe, schließen können. — Aber woher entsteht dieser Magnetismus? — Ist er unsrer Erde eigen, oder kömmt er auch den übrigen Planeten, und der Sonne selbst zu? — **Euler** glaubt, daß die Sonne die erste Ursache des Erdmagnetismus sey, und daß die magnetische Flüßigkeit, die er, wie wir gesehen haben, für einfach hält, einen Theil der Sonnenatmosphäre ausmache. Auch hat neulich Herr **Coulomb** (in einer Abhandlung von den Magnetnadeln, die von der pariser Akademie den Preis erhalten hat *), vortreflich gezeigt, daß man die Wirkung der Sonne zur Erklärung der täglichen Veränderungen der Magnetnadel anwenden könne. Hier widerstreitet nur die einzige Erfahrung, daß der Magnet so lange er im Feuer weiß glüht, seine Kraft gänzlich verliehrt, und daß selbst das Eisen, wenn es weiß glüht, vom Magnet nicht angezogen wird. In diesem einzigen Fall ist, so viel ich weiß, der Magnetismus des Eisens ganz ohne Wirkung (Satz 4.). Wenn also die Hypothese des Grafen von Büffon, daß nämlich die Erde mit den übrigen Planeten von der Sonne ausgeworfen worden sey, und Jahrtausende durch geglüht habe, ihre Richtigkeit hat, so folgt allerdings, daß die Erde wenigstens erst, nachdem sie abgekühlt worden, die magnetische Kraft erhalten habe. — Aber wie viel ist uns

hier

*) Memoir. Present. T. IX.

hier noch verborgen, das vielleicht nie entdeckt werden wird! — Unterdessen scheint doch dies nicht ganz unwahrscheinlich zu seyn, daß nämlich der Erdmagnetismus die Ursache von der magnetischen Kraft aller der Körper sey, bey denen wir diese Eigenschaft antreffen. Wenn jener nicht da wäre, so hätten wir kein Mittel, die in Eisen und Magnetstein verborgnen Flüßigkeiten zu trennen, und so die magnetische Kraft in ihnen zu erwecken. — Aus dem 28sten Satz wird dieses sehr wahrscheinlich.

Sieben und zwanzigster Satz.

Der Nordpol eines Magnets trägt von Natur in unsern Gegenden mehr Eisen, als der Südpol, dieser aber wirkt in einer größern Enfernung, als jener.

Es ist eine gemeine, und den Schriftstellern über die Lehre vom Magnet längst bekannte Erfahrung, daß das Eisen viel stärker an den Magnet hängt, wenn ein andrer Magnet demselben mit dem freundschaftlichen Pole so genähert wird, daß die Atmosphäre, die diesen Pol umgiebt, erst das Eisen durchdringen muß, ehe sie zu jenem Pol kömmt. Da aber die Erde ein großer Magnet ist (Satz 24.), und ihre nördliche Halbkugel, wenigstens in unsern Gegenden, mit der magnetischen Flüßigkeit umgeben ist,

welche

welche mit jener an eines Magnets Nordpol freundschaftlich ist (Satz 26. Zus. 1.), so ist es ganz natürlich, daß der Nordpol des Magnets mehr Eisen tragen muß, als der Südpol.

Ich habe überdies erwiesen, daß die Magnete, wenn sie mit den feindschaftlichen Polen gegen einander gekehrt sind, ihre Wirkung auf eine viel größere Weite erstrecken, als wenn die freundschaftlichen Pole gegen einander stehen (Satz 17. Zus. 4.). Eben dies muß ich wieder von dem Südpol eines Magnets, in Beziehung auf den gleichnamigen Pol der Erde sagen, der sich in unsern Gegenden befindet, wie ich im 26. Satz angemerkt habe.

Erste Anmerkung. Ich sage, daß dies von Natur also geschehen müsse. Vorausgesetzt nämlich, daß der Magnet gleichartig ist, und dessen Pole ohne Beziehung auf die magnetische Kraft der Erde gleich stark sind; denn da die magnetische Kraft der Erde sehr schwach ist, so macht der geringste Unterschied unter den Kräften der Pole eines Magnets, der entweder von der Ungleichheit der Härte, oder ihrer Zusammensetzung der Theile, oder auch des Streichens herkommen kann, die Verschiedenheit der in diesem Satze gedachten Polarkräfte nicht nur unmerklich, sondern sie bewirkt auch wohl einigemal einen entgegengesetzten Unterschied. Hierher gehören verschiedne Beobachtungen des Herrn **du Fay** *), die mit einander zu streiten scheinen.

Zweyte

*) Memoir. de l'Acad de Paris. 1731.

Zweyte Anmerkung. Hierher muß man übrigens auch noch rechnen, was Reaumur behauptet, daß die Magnete, wenn sie über einen Amboß gehalten werden, mehr tragen, als wenn sie sich über irgend einer andern Materie befinden. Denn wir haben oben (Satz 12 und Satz 16. N. 2.) gesehen, daß diese eisernen Massen mit einer Atmosphäre umgeben sind, deren oberer Theil überall die Kraft des Südpols äussert. Ich glaube daher, daß es einerley sey, ob man das Eisen über einen Amboß oder über den Südpol eines schwachen Magnets hält; und ich bin zugleich versichert, daß es keinesweges gleich viel sey, ob man den Magnet mit dem Nordpol, oder mit dem Südpol über den Amboß hält, welches der große französische Naturforscher nicht bemerkt zu haben scheint. Denn in dem letztern Fall würde das Eisen, das zwischen zwey feindlichen Polen hängt, mit weit weniger Kraft angezogen werden, als in dem erstern. Dies ist so offenbar, daß es keines Beweises bedarf, doch kann ich es durch folgenden Versuch bestätigen.

Dreyßigster Versuch.

Man nehme eine eiserne Stange, so groß als man sie erhalten kann, (denn je größer sie ist, desto besser ist sie zu diesem Versuch, die, deren ich mich bediente, wog ungefähr 10 Pfund), und setze sie senkrecht auf die horizontale Fläche, so wird ihr oberer Theil mit der südlichen magneti-

schen Atmosphäre, und der untere mit der nördlichen umgeben seyn. Nun bringe man einen Drath von weichem Eisen, den man etwas magnetisch gemacht hat, und an dessen Südpol einige Feilspäne hängen, mit diesem Südpol an den obern Theil der Stange, und man wird beobachten, daß in einer bestimmten Entfernung von diesem Theil der Stange die Feilspäne abfallen, als wenn sich der Drath dem Südpol eines wahren Magnets genähert hätte.

Wenn der Drath mit dem Nordpol an den obern Theil der Stange gebracht wird, so werden die Feilspäne von dem obern Theil der Stange eben so angezogen, als zwischen den freundschaftlichen Polen zweyer Magnete. Eben dies geschieht auch, wenn man den Südpol des Drathes gegen das untre Ende der Stange kehrt.

Wenn der Drath der Stange mit dem feindlichen Pole langsam genähert wird, und sie berührt, so scheint sich die Abstoßung in eine Anziehung zu verwandeln, und die Feilspäne hängen zwischen der Stange und dem Drath, eben so, wie zwischen zwey andern Magneten. Diese Verwandlung ist aber nichts anders, als eine Zerstörung des schwächern feindlichen Pols, und eine Erzeugung des freundlichen an dessen statt; wie man sehen kann, wenn man die Stange oder den Drath, nach dem Versuch, auf die gehörige Art an die Magnetnadel hält. Denn die Anziehung eines magnetischen Eisens gegen ein

andres

andres Eisen findet nicht Statt, wenn nicht jenes in diesem einen freundschaftlichen Pol erwecken, oder die freundschaftliche Polarflüßigkeit anziehen kann, wie ich bey andrer Gelegenheit gesagt habe.

Und so glaube ich, daß es vollkommen gewiß sey, daß die Magnete viel mehr Eisen tragen, wenn sie mit ihren nördlichen Polen, als wenn sie mit den südlichen über einen Amboß gehalten werden, wie dies auch Reaumur erfahren haben würde, wenn er die Kräfte der Magnete in beyden Fällen genau untersucht hätte. Wenn es sich aber doch zutragen sollte, daß auch der Südpol eines Magnets über einer Eisenmasse stärker wirkte, als über einen andern Körper, so darf man dies wohl nicht der Atmosphäre, die den obern Theil des Eisens umgiebt, zuschreiben, da diese vielmehr, als eine feindschaftliche, eine Verminderung der Polarkräfte bewirken muß; sondern die Ursache liegt wahrscheinlich in der nördlichen magnetischen Flüßigkeit, die in einer großen Masse Eisen auch in großer Menge enthalten seyn muß. Denn diese allein kann, indem sie sich dem Eisen, das am Magnet aufgehangen ist, nähert, dessen Zusammenhang mit jenem verstärken. Und so läßt sich dieser Fall, der von niemand richtig erklärt worden ist, auf jene gemeine Erfahrung, die ich im Eingange des Beweises angeführt habe, und welche lehrt, daß ein Pol durch die Annäherung des andern, freundschaftlichen verstärkt wird, zurückbringen.

Dritte Anmerkung. Aus eben diesen Grundsätzen läßt es sich auch erklären, daß sich eine feine Nadel, wenn sie auf eine hölzerne oder stählerne Platte gelegt worden, nicht an eine große Eisenstange hängt, und doch, wenn man sie auf ein großes Stück Eisen, z. B. auf eine Kugel von 48 Pfund, legt, von der Stange angezogen wird. Den Grund dieser Beobachtung, die mir Herr Allamand, Professor in Leiden, mitgetheilt hat, konnte ich nicht sobald entdecken, doch sahe ich ihn hernach, da ich mich bemühete, die magnetischen Erscheinungen auf allgemeine Gesetze zurückzubringen, sehr deutlich. Denn durch die magnetische Kraft der Erde wird die südliche Flüßigkeit der eisernen Kugel auf den obern Theil derselben getrieben; diese Kugel wird also ein schwacher Magnet, dessen Südpol in der obern Halbkugel ist. Die Nadel wird dadurch gleichfalls, sobald sie auf die Kugel gelegt worden, in einen Magnet verwandelt (Satz 7.), an deren äussern Ende, welches über die Kugel herausragt, der Südpol erzeugt wird (am angef. Orte). Bringt man nun die eiserne Stange so daran, daß ihre Richtung auf den magnetischen Meridian senkrecht ist, so wird sich die Nadel, wie ein andres magnetisches Eisen anhängen, der Zusammenhang wird aber allemal stärker seyn, wenn man den Stab so richtet, daß an dem Ende, welches an die Nadel kömmt, ein Nordpol ist; denn alsdann wird dasselbe geschehen, was sich mit allem Eisen zuträgt, welches zwischen

zwey

zwey freundschaftlichen Polen stärker angezogen wird, als wenn es nur an einem Pol hängt. Ausser diesen beyden Fällen kann die Nadel nicht von der Stange angezogen werden: denn, wenn das Ende der Stange, das gegen die Nadel gehalten wird, südlich ist, so muß die Nadel vielmehr abgestoßen werden, es müßte denn die Stange so stark magnetisch seyn, daß sie den Südpol, der von der eisernen Kugel in der Nadel erzeugt worden ist, zerstören, und den entgegengesetzten an dessen statt hervorbringen könnte; dies kann aber nicht geschehen, wenn die Stange nicht vorher durch die Nähe bey einem Magnet, oder sonst woher, einigen Magnetismus erlangt hat, wovon doch hier das Gegentheil vorausgesetzt wird. Uebrigens kann der südliche Pol, der durch die magnetische Kraft der Erde in der Stange hervorgebracht worden, allemal so behandelt werden (Satz 25. 26.), daß die Nadel unter einem gewissen Winkel nicht anhängt, wenn sie auch unter andern angezogen wird.

Dies alles, was ich so aus Schlüssen hergeleitet habe, ward auch durch die Erfahrung völlig bestätigt, bey welcher ich mich statt der eisernen Kugel eines Amboßes, oder eines andern großen Eisenstückes bediente. Wenn man daher eine solche Stange, wie vorher gebraucht wurde, senkrecht stellt, und eine feine Nadel so darauf legt, daß sie mit der einen Spitze etwas hervorragt, dann eine andre Stan-

ge bald mit dem obern, bald mit dem untern Ende daran bringt, so wird sich die Nadel im letztern Fall anhängen, im erstern aber nicht angezogen werden.

Acht und zwanzigster Satz.

Jede Wirkung, durch welche ohne Magnete oder magnetisches Eisen, (z. B. durch Schläge mit dem Hammer, durch Bohren, durch Stoßen gegen den Boden, oder einen andern Körper, durch Biegen, durch Glühen und Ablöschen im Wasser u. s. f.) in dem Eisen einige magnetische Kraft erregt wird, besteht bloß in einer Unterstützung der magnetischen Flüßigkeit der Erde, d. i. in Verstärkung der Pole, die sich, vermöge der magnetischen Kraft der Erde, schon in dem Eisen, obwohl nur schwach, befinden.

Dieses Gesetz habe ich aus unzähligen Beobachtungen hergeleitet, die ich in dieser Absicht angestellt habe. Ich will hier einige von den vielen, die zu diesem Zweck dienlich sind, erzählen.

Ein und dreyßigster Versuch.

Man wähle nach dem 27sten und 28sten Versuch eine Lage des Stabes A C (Taf. 5. Fig. 37.), und bestimme nach den Beobachtungen im 25sten und 26sten Satz, oder auch nach dem vierten Zusatz des leztern die Pole, die von der magnetischen Kraft der Erde erzeugt werden. In dieser Lage schlage man den Stab mit dem Hammer, oder man stoße ihn gegen etwas, oder man behandle ihn sonst auf eine andre Art, wodurch man eine magnetische Kraft im Eisen hervorbringen kann; und man wird bemerken, daß sich beyde Pole sehr verstärkt haben, und zwar so, daß wenn der Stab, vor dem Versuche, senkrecht gegen die Magnetnadel gehalten, in beyde Pole derselben gleich stark wirkte, (welches man bey Versuchen dieser Art beständig voraussetzen muß, wenn man etwas gewisses daraus folgern will,) er nun offenbar einen stärker als den andern anzieht.

Wir wollen z. B. setzen, der Stab werde wie im 25sten Satz in einer horizontalen Fläche herumbewegt (Taf. 5. Fig. 37.). Wird nun der Stab in A C einigemal mit einem Hammer geschlagen, so zeigt die Erfahrung, daß er, wenn er nach C W, welches die senkrechte Richtung gegen die Magnetnadel *ncs* ist, gebracht wird, nun mit dem Ende C den Südpol *s* abstößt, so wie mit dem andern A, den Nordpole. Es ist also in C der Südpol, und in A der Nordpol.

Wenn der Stab hierauf in CB gebracht worden, so werden sich die Pole, wenn man von neuem mit dem Hammer darauf schlägt, bald verwechseln, so daß in C der Nordpol, und in A der Südpol zum Vorschein kömmt.

Diese Pole waren schon, wegen der magnetischen Kraft der Erde, in dem Eisen, wie im 25sten Satz gesagt worden ist; allein sie waren sehr schwach, und gleichsam nur vorübergehend, und sie verschwinden gänzlich, wenn der Stab in die Richtung CW gebracht wird: auch brachten sie, wenn der Stab in CA oder CB lag, die Magnetnadel um einen viel kleinern Bogen aus ihrer natürlichen Lage, als nachdem der Stab mit dem Hammer geschlagen worden war. Durch die Schläge mit dem Hammer also wird die magnetische Wirkung der Erde in das Stück Eisen unterstützt, und stärker gemacht. Hätte man anstatt mit dem Hammer zu schlagen, eine andre Methode angewendet, wodurch magnetische Kraft im Eisen erregt werden kann, und wäre der Stab in der nicht horizontalen, sondern senkrechten Fläche AWBOA bewegt worden, (wie im 26sten Satz), so würde man ganz ähnliche Erscheinungen beobachtet haben, welche das Gesetz, das ich in diesem Satz vorgetragen habe, vortreflich bestätigen. Um den Beweis dieses Satzes vollständig zu machen, will ich noch folgende zwey Versuche hersetzen.

Zwey

Zwey und dreyßigster Versuch.

Es sey AB (Taf. 6. Fig. 38.) ein dünner, einige Zoll langer eiserner Drath, dem man leicht durch Feuer, oder auf eine andre Art seinen Magnetismus, wenn er einigen besitzen sollte, so benehmen kann, daß er unter jeder Richtung, so viel sich beobachten läßt, gleich stark in die Magnetnadel wirkt. Dann gebe man dem Drath eine bestimmte Lage, man stelle ihn z. B. senkrecht, so ist es gewiß, daß in A die südliche, in B aber die nördliche Flüßigkeit angehäuft ist, ob sie gleich beyde, wegen der geringen Größe des Stabes, nicht so sehr von einander geschieden sind, daß man sie beobachten könnte. Giebt man sich nun, so viel wie möglich, Mühe, den Drath nicht aus dieser Lage zu bringen, und biegt ihn unterdessen bey den Punkten C und D in entgegengesetzter Richtung, so werden die Pole, die man vorhin nicht bemerken konnte, sich alsbald zeigen. Wenn man weiter biegt, und den Drath an diesen Punkten bricht; so erscheinen die Pole in der Ordnung, welche das Gesetz, das ich in diesem Satz erläutere, erfordert. Denn das erste abgebrochne Stück AC hat in A den Südpol, und in C den Nordpol, nach welcher Ordnung die Pole auch in den beyden folgenden Stücken, CD und DB, gestellt sind, daß also dieser Erfolg völlig mit jenem Gesetz übereinstimmt.

Drey und dreyßigster Versuch.

Den horizontalen Stab AC bringe man nun in die Lage CW, welche auf den magnetischen Meridian senkrecht ist: oder in die Fläche A′CA″, (die ich im dreyßigsten Satz genau bestimmen werde,) welche die Richtung der magnetischen Anziehung der Erde, unter rechten Winkeln, durchschneidet, (ich setze hier voraus, daß in diesem Fall der Kreis AOBWA senkrecht ist,) und behandle ihn wie im 31sten Versuch, so wird man sehen, daß sich nicht nur keine magnetische Kraft in ihm erwecken läßt, sondern daß sogar, wenn vorher welche in ihm enthalten war, diese aufgehoben wird.

In eben diesen Flächen zerbreche man nun den Drath AB (der, wie oben, zuvor durch das Feuer ganz unmagnetisch gemacht werden muß), und man wird keinen Magnetismus beobachten, oder wenigstens einen nur sehr schwachen, der daraus entstanden seyn kann, daß der Drath, wenn er gebogen oder zerbrochen wird, nicht genau in der Fläche CW oder A″CA′ bleibt. Dieser Magnetismus ist um so weniger merkbar, je mehr man sich Mühe giebt, daß man nicht aus den gemeldeten Flächen kommt. Wenn der Versuch mit sehr viel Sorgfalt angestellt wird, so ist die magnetische Kraft, die an den Brüchen erzeugt worden, so schwach, daß man sie nur durch eine äusserst bewegliche Nadel entdecken

decken kann. Die Feilspäne aber, die sich sonst, wenn der Stab in andern Richtungen gebrochen worden ist, sehr häufig an die Brüche hängen, werden in diesem Fall nicht stärker angezogen, als wenn die Stücken des Draths ganz unmagnetisch wären.

Diesen Versuch scheinen die Schriftsteller, die von der magnetischen Kraft der Erde handeln, nicht angestellt zu haben: sonst würden sie nicht für eine allgemeine Wahrheit behaupten, daß ein eiserner Stab, wenn er mit dem Hammer geschlagen, gebogen, gebrochen, oder sonst behandelt worden ist, allemal eine merkbare Polarkraft erlange, wodurch er in den einen Pol der Magnetnadel stärker wirke, als in den andern; denn sonst hätten sie wenigstens diesen Fall ausnehmen müssen.

Wenn ich aber behaupte, daß ein Stab, wenn er in einer senkrechten Richtung gegen die Magnetnadel, oder in der Fläche A′C A″ mit dem Hammer geschlagen worden, seines Magnetismus beraubt werde; so verstehe ich dies nicht von aller magnetischen Kraft, denn in diesem Fall bleibt beständig derjenige Magnetismus zurück, dessen ich oben (Satz 26. Zus. 3. S. 213. 214.) gedacht habe, der sich nämlich durch die ganze Länge des Stabes auf den gegenüber stehenden Seiten äussert, und den man dem Stabe, wegen der magnetischen Wirkung der Erde, unmöglich benehmen kann. So oft ich also von einem

nem eisernen Stab sage, er sey **unmagnetisch**, **ohne Magnetismus**, oder **ohne Polarkraft**, so oft folge ich nur dem eingeführten Sprachgebrauch, nach welchem das Eisen für unmagnetisch gehalten wird, wenn es senkrecht auf den magnetischen Meridian, und in einer horizontalen Fläche mit der Magnetnadel gehalten, in beyde Pole derselben gleich wirkt. Auf den Magnetismus aber, der nach der Länge vertheilt ist, nehme ich nicht Rücksicht. Bey jener gewöhnlichen Methode darf man die Vorsicht nicht vergessen, deren ich am angeführten Ort gedacht habe, daß nämlich der Durchmesser des, der Länge nach magnetischen Stabes, genau mit der Magnetnadel in Einer horizontalen Fläche seyn muß.

Sollte es aber nicht füglich angehen, daß man den Stab in der horizontalen Fläche WCO, oder in der schiefen A′C A″, um ihn des Magnetismus zu berauben, mit dem Hammer schlagen könnte, so kann man ihn mit einem harten Körper, nach der Länge, von einem Ende bis zum andern streichen. Sollte aber auch dadurch nicht alle magnetische Kraft aufgehoben werden, so wende man den Stab nur etwas um das Ende C, damit er eine Richtung bekömmt, die dem Pol, der in ihm ist, entgegen steht. Der Stab liege z. B. in der Richtung CW, und an dessen Ende C sey noch einige nördliche Polarkraft, die man vertreiben will; so bewege man das andre Ende durch einen Theil des Bogens WA, die

mag=

magnetische Kraft der Erde wird sich nun bestreben, an dem Ende C den Südpol hervorzubringen, und da dieses Bestreben durch den harten Körper, mit dem man nach der Länge streicht, unterstützt wird, so wird die nördliche Polarkraft, die an dem Ende C war, bald aufgehoben werden. Eben dies geschieht, wenn der Stab in der Fläche A'CA'' liegt. Diese Methode ist leicht und sehr bequem, weil man durch geringe Grade die magnetische Kraft in dem Eisen aufheben kann, so daß man den Stab bald von allem Magnetismus befreyt erhält. Durch andre Methoden wird die Polarkraft zwar auch aufgehoben, aber man kann nicht so leicht verhüten, daß nicht zu gleicher Zeit ein neuer und entgegengesetzter Pol erzeugt werde. Es ist besser, wenn der Körper, aus dem man streicht, nicht von Eisen ist; ich habe mich zwar einigemal mit dem besten Erfolg eines Messers bedient, allein die magnetische Kraft eines Messers ist so gering, daß sie den Versuch nicht stören kann.

Was aber die Ursache anbetrift, warum vermittelst aller Verfahrungsarten, die in diesem Satz genannt worden sind, eine magnetische Kraft im Eisen hervorgebracht werden kann, so glaub ich, daß sie jener, die ich Seite 220. zur Erklärung des 29sten Versuchs angeführt habe, fast ähnlich sey. Denn in allen diesen Fällen wird das Eisen in eine zitternde Bewegung versetzt, welche den feinen Flüßigkeiten in dem Eisen mit-

getheilt

getheilt wird. Dadurch wird die Wirkung dieser Flüßigkeiten in die magnetische Materie der Erde, die sie umgiebt, nothwendig stärker, und das Bestreben derselben, das Gleichgewicht der Flüßigkeiten in dem Eisen aufzuheben, mehr angestrengt. Es wird also die eine Flüßigkeit nach der Richtung der magnetischen Kraft der Erde mehr, als die andre, an einem bestimmten Theile des Eisens angesammlet werden, wo sie dann bleibt und einen Pol bildet, wie ich schon oft gesagt habe.

Zusatz. Das Schlagen mit dem Hammer, das Werfen auf den Boden, das Biegen u. s. f. erweckt deswegen Pole in dem Eisen, weil zu gleicher Zeit die magnetische Kraft der Erde in dasselbe wirkt. Wenn diese Wirkung entweder ganz aufgehoben würde, oder wenn man das Eisen, unter dem magnetischen Aequator der Erde, so behandelte, so würde es dadurch keine magnetischen Kräfte erhalten. Dieser letzte Fall verdient wirklich durch Beobachtungen bestätiget zu werden, welche einer von den Reisenden, die jährlich durch den Aequator schiffen, leicht anstellen könnte.

Erste Anmerkung. Hierher gehören auch der erste und zweyte Versuch mit dem eisernen Drathe, dessen zufällige Pole sich durch die gegebene Lage des Drathes bestimmen lassen, wie ich schon oben angemerkt habe, und nun deutlich zeige. Ueberdies muß man auch noch die Beobachtungen hierher rechnen, daß die eisernen Instru=

strumente, deren man sich in den Werkstätten bedient, an dem untern Ende, in kurzer Zeit den Nordpol zeigen, daß glühende Stäbe, die entweder plötzlich im Wasser abgelöscht oder langsam in der Luft abgekühlt werden, Pole erlangen, deren Lage nach der Richtung der Stäbe gegen den magnetischen Meridian verschieden ist, und daß sie keine zeigen, wenn sie in einer senkrechten Richtung gegen den magnetischen Meridian abgekühlt werden, und mehrere dergleichen Beobachtungen, von welchen man vornämlich den fünften Abschnitt der oft angeführten Abhandlung des Herrn **Musschenbroek** nachlesen kann.

Zweyte Anmerkung. Der elektrische Schlag zeigt uns eine Wirkung, durch die, ohne einen Magnet, oder magnetisches Eisen, eine magnetische Kraft hervorgebracht werden kann. Denn Näh- und andre kleine Nadeln, wenn sie wie eine Magnetnadel auf einer Spitze beweglich sind, erlangen durch einen starken elektrischen Schlag den Magnetismus, wenn sie vorher unmagnetisch waren, oder wenn vorher magnetische Kraft in ihnen war, so wird diese verändert, nachdem es die Richtung des Erdmagnetismus auf die Stellung der Nadel, indem sie den elektrischen Schlag empfieng, zu erfordern scheint. Die merkwürdigen Versuche des Vater Beccaria und Herrn **Wilke**, die man in den Abhandlungen der stockholmer Akademie *) findet, machen

*) Im 28sten Theil von des Herrn Hofrath Kästners Uebersetzung.

chen dieses wahrscheinlich. Hiermit kommen auch die Folgerungen überein, die ich vorher an verschiednen Stellen dieses Werkes gemacht habe. Die Nadel wird durch den elektrischen Schlag auf einen Augenblick glühend, und verliehrt dadurch alle, oder doch den größten Theil ihrer magnetischen Kraft, wenn der Schlag nicht heftig genug gewesen, sie ganz aufzuheben. In diesem Fall wird der Magnetismus der Nadel nur vermindert, in jenem aber entsteht ein neuer, zu dessen Erzeugung keine Ursache, ausser der, als einen Magnet betrachteten Erde da zu seyn scheint. Denn daß das elektrische Feuer, **an und für sich**, eine magnetische Kraft hervorbringen könne, hat wegen der großen Verschiedenheit beyder Flüßigkeiten, bis jetzt wenigstens, nicht erwiesen werden können; es ist zwar wahr, was der erwähnte schwedische Naturforscher anführt *), daß er in einer Nadel, welche vom Morgen gegen Abend gerichtet war, und in welcher Richtung die magnetische Kraft der Erde, wie er behauptet, keine Wirkung hat, durch den elektrischen Schlag einige magnetische Kraft hervorgebracht habe, allein dieser Mann hat hier offenbar einen Fehlschluß gemacht. Eine genauere Erklärung dieser Erscheinung hab ich schon im 25sten Satz gegeben, und aus den übrigen Versuchen dieser Art die im 26sten Satz 5ten Zusatz erwähnte Folgerung hergeleitet.

Es

*) Im 24sten § der angeführten Abhandlung.

Es kommen aber doch in dieser Gattung von Versuchen einige Umstände vor, die ich nicht mit der Beständigkeit der Natur vereinigen kann. Franklin z. B. behauptet, der Nordpol entstehe an dem Ende der Nadel, durch welches das elektrische Feuer eindringt. Wilke versichert das Gegentheil erfahren zu haben, daß nämlich der Nordpol an dem Ende der Nadel erzeugt werde, durch welches die elektrische Materie, wenn die Nadel den Schlag erhält, ausgeht, und umgekehrt; diese Verschiedenheit der Erfolge scheint mit der Beständigkeit der Natur zu streiten. — Doch ist es dies nicht allein, was eine neue und genauere Untersuchung dieses Theils der Lehre vom Magnet erfordert. Vom Herrn van Swinden habe ich neulich erfahren, daß er mit seinem Bruder, und dem Prinzen Gallitzin im Haag die Versuche des Herrn Wilke wiederholt habe, wobey er sich der Instrumente des genannten Prinzen, eines großen Gönners der Naturlehre, dessen Instrumentensammlung die vortreflichste ist, die man bis jetzt in Holland gesehen hat, bedient. Allein er hat hierbey ganz andre Erfolge beobachtet, als Wilke. Ich will einige davon erzählen.

Er nahm ein Stück einer Taschenuhrfeder, und als er einigemal den elektrischen Schlag von einer Batterie von 128 Flaschen hatte durchgehen lassen, so zeigte sich folgendes:

1) Das Stückgen Feder gab nicht die geringsten Merkmale von magnetischer Kraft zu erkennen.

2) Der Magnetismus des schon vorher magnetischen Stücks wurde schwächer.

3) Wenn das ganz unmagnetische Plättgen in den magnetischen Meridian gelegt wurde, und zwar so, daß die positive Kette das gegen Norden gerichtete Ende berührte, und die negative das entgegengesetzte, so war der Erfolg nach einem sechsmal wiederholten heftigen Schlage ungewiß.

4) Wenn die negative Kette das nördliche, und die positive das südliche Ende berührte, so wurden beyde Enden zum Südpol, und der Nordpol kam in der Mitte des Plättgens zum Vorschein.

5) Unter den nämlichen Umständen wurde das nach Norden gerichtete Ende zum Südpol, und das andre zeigte den Nordpol.

Da dieses nicht mit der Theorie des Herrn Wilke, der auch ich bisher größtentheils Beyfall gegeben habe, übereinstimmt, so wird es nothwendig seyn, diese Versuche von neuem anzustellen. Man findet jene Versuche in der von der bayerischen Akademie gekrönten Abhandlung über die Aehnlichkeit der Elektricität mit dem Magnetismus. — Ich wünschte aber, daß man, neben dem Plättgen von einer Taschenuhrfeder, auch mit Nadeln, die den wilkischen ähnlich gewesen wären, Versuche angestellt hätte. Man würde dann wahrscheinlich nicht so verschiedne Erfolge beobachtet haben.

Neun

Neun und zwanzigster Satz.

Wenn durch das Streichen mit einer eisernen Stange, die bloß durch die magnetische Kraft der Erde magnetisch geworden ist, in einem eisernen oder stählernen Stäbgen ein Magnetismus erzeugt wird, so geschieht dies nach den nämlichen Gesetzen, als wenn es mit einem wahren Magnet gestrichen worden wär.

Die neuern Naturforscher haben eine ganz andre Regel festgesetzt, vermöge der sie annehmen, daß ein eiserner Stab, er mag horizontal, oder senkrecht, oder gegen beyde Flächen geneigt seyn, wenn er mit einem eisernen Stabe auch unter jedem Winkel gestrichen worden, allemal an dem Ende, wo man zu streichen angefangen, den Nordpol, und an dem andern den Südpol erhalte. Diese Regel war mir lange verdächtig, seitdem ich beobachtet hatte, daß alles Eisen, durch die magnetische Kraft der Erde, in einen wahren Magnet verwandelt wird, und nun, da ich meine Vermuthung durch Versuche, die keine Einwürfe gestatten, bestätigt gefunden habe, so trag ich kein Bedenken, dieses von allen Naturkündigern angenommene Gesetz zu widerlegen.

Vier und dreyßigster Versuch.

Man nehme eine schwere Eisenstange, (die ganz unmagnetisch seyn muß, so daß sie keinen Pol stärker, als den andern, anzieht,) und halte sie in einer bestimmten Lage, z. B. senkrecht, gegen den Horizont, so wird an dem untern Ende der Nordpol, und an dem obern der Südpol entstehen. Mit dieser Stange streiche man einen eisernen Drath, der horizontal liegt, von einem Ende bis zum andern, so wird an dem Ende, wo man zu streichen angefangen hat, der Nordpol, und am andern der Südpol erzeugt werden. Eben diese Wirkung erfolgt auch, wenn man den eisernen Drath über den Nordpol eines wahren Magnets streicht. (Nach der Regel Seite 75.)

Dieser Versuch ist allgemein bekannt, diejenigen aber, welche ich nun erzählen werde, scheinen noch nicht angestellt worden zu seyn, weil sie mit dem Gesetze, dessen ich oben gedacht habe, nicht bestehen können.

Fünf und dreyßigster Versuch.

Man lege einen sehr dünnen unmagnetischen eisernen Drath horizontal, so, daß dessen Richtung auf den magnetischen Meridian senkrecht sey, (ich wähle aus der Absicht diese Lage, damit man alle Veränderungen, die mit dem Drathe vorgehen, ganz sicher bloß dem eisernen

Stabe

Stabe zuschreiben kann,) dann berühre man mit dem untersten Ende des Stabes (welcher beständig ganz aufrecht gehalten werden muß,) den Drath an einer Stelle, und reibe ihn an dem Berührungspunkt etwas, so wird in kurzer Zeit an dem Punkte der Südpol entstehen. Wenn man nun den Drath, in derselben Richtung, an den obersten Theil des Stabes bringt, und hier eben so streicht, so wird der Nordpol gebildet werden. Wenn man nun diesen Drath von einem Ende bis zum andern, mit einigem Druck, über das obere Ende des Stabes streicht, so wird an dem Ende, wo man zu streichen angefangen hat, der Südpol, und am andern der Nordpol erweckt werden.

Ich setze nicht ohne Ursache in dem letzten Theil dieses Versuchs hinzu, daß man den Drath an die Stange andrücken müsse: denn wenn nicht diese Vorsicht angewendet wird, so wird der Versuch fehl schlagen, und der Drath entweder gar nicht magnetisch werden, oder der Nordpol, der durch bloßes Berühren in dem Drath erregt worden, wird immer da bleiben, auch wenn man den ganzen Drath an der Stange hinstreicht. Und dieses ist vielleicht der Grund gewesen, daß die Beobachter der magnetischen Erscheinungen aus Uebereilung geschlossen haben, daß bey diesen Versuchen ein andres Gesetz statt finde, als wenn man mit gewöhnlichen Magneten streicht, und daß beständig der Nordpol zu-

erst hervorgebracht werde, man mag streichen, wie man will. Es würde aber leicht gewesen seyn, diesen Irrthum zu bemerken, wenn man nur einmal eine Vergleichung zwischen einem sehr schwachen künstlichen Magnet, und einer eisernen senkrechten Stange angestellt hätte. Die Folgen dieser Vergleichung, die ich unternommen habe, findet man im folgenden.

Sechs und dreyßigster Versuch.

Ich nahm einen eisernen acht Zoll langen, und sechs Linien breiten Stab, der, durch einiges Streichen mit einem Magnet, eine nur sehr geringe magnetische Kraft erlangt hatte, so daß er an den Polen kaum einige Feilspäne tragen konnte, und über dessen Südpol strich ich einigemal einen eisernen polirten Drath, dessen Durchmesser $\frac{1}{3}$ einer Linie, und die Länge 6 Zoll war, in senkrechter Richtung gegen die Magnetnadel, wobey ich ihn nur schwach gegen den Magnet drückte. Hierdurch wurde an dem Ende, wo ich zu streichen angefangen hatte, so wie an dem andern, der Nordpol erweckt, und der Südpol zeigte sich in der Mitte. Ich drückte nun den Drath sehr stark an den Südpol (aber mit keinem eisernen Körper), und zog ihn mit einer Zange, die ich in der andern Hand hatte, heraus, worauf sich die Pole, so wie ich erwartete, zu erkennen gaben, der südliche nämlich an dem Ende, wo ich zu

reiben angefangen hatte, und der nördliche am andern Ende, der Südpol aber in der Mitte war verschwunden.

Wenn ich den Drath an den Nordpol eines Magnets brachte, so war der Erfolg der nämliche; denn durch schwaches Streichen wurden an den Enden Südpole und in der Mitte der Nordpol erzeugt. Wenn ich aber den Drath stärker gegen den Magnet drückte, so zeigte sich nach der Regel an dem Ende, von welchem der Magnet ausgieng, der Nordpol, am andern der Südpol. Hauptsächlich muß man in diesem Versuche, den ein geübter Beobachter niemals ohne glücklichen Erfolg anstellen wird, Acht haben, daß der Magnet weder zu viel, noch zu wenig Kräfte besitze, als nöthig sind, um in dem gegebnen Drath Pole zu erzeugen.

Man sieht also, daß die Erscheinungen an einer eisernen Stange, die aufgerichtet steht, dieselben sind, die man bey einem schwachen Magnet sieht, und daß kein Unterschied zwischen der Stange und einem Magnet statt finde, als in Rücksicht auf die Wirksamkeit. Ich pflege daher, wenn ich den Südpol im 35sten Versuch hervorbringen will, den Drath nicht mit einem Eisen, sondern mit einem andern harten Körper, z. B. mit einem harten Holz, an den obern Theil der Stange zu drücken, indem ich den Drath hervorziehe; ich lege den Drath auch wohl zwischen zwey eiserne Stangen, die senkrecht auf einander stehen, weil dadurch die Kraft

des Südpols verstärkt wird. Wenn ich den Drath über einem Amboß gestrichen hätte, dessen oberer Theil mit einer Oberfläche von dichterer südlicher Flüßigkeit umgeben ist, so wären die Pole, ohne alle andre Vorsicht, nach Wunsch geordnet worden.

Erster Zusatz. Man kann es auch dahin bringen, daß, wenn man einen Magnet an einem eisernen Drath, nach der Länge, hinstreicht, drey Pole erzeugt werden, wozu man sonst, wie bekannt, entweder zwey Magnete braucht, oder mit einem von dem Punkte, wo man anfängt, in entgegengesetzten Richtungen streicht. Ich will mich aber nicht länger mit der Erklärung dieser Erscheinung aufhalten, da sie jeder, der meine neue Theorie eingesehen hat, leicht hinzusetzen kann.

Sieben und dreyßigster Versuch.

Man halte den eisernen Drath AB (Taf. 6. Fig. 38.) senkrecht, und bringe eine Stange so daran, daß sie mit AB einen spitzigen Winkel macht; dann führe man sie einigemal von A nach B, so wird in dem Ende A, dem Anfangspunkt des Streichens, der Südpol, und in B der Nordpol erweckt werden.

Dieser Erfolg stimmt, wie man sieht, mit dem in diesem Satz gedachten Gesetz überein.

Bewegt man nun die Stange unter demselben Winkel mit A B in die Höhe, so wird man sehen, daß auch hier in B der Nordpol, so wie in A der Südpol erscheint, da man doch glauben sollte, daß sich die Pole verwechseln müßten. Denn der obere Theil der Stange zeigt beständig den Südpol, welcher auch, nachdem von mir angeführten Gesetz, wie es scheint, in B hätte erweckt werden sollen.

Ich muß gestehen, daß mir dieser unerwartete Erfolg viel zu schaffen gemacht, und mich selbst einigemal zum Zweifeln gebracht habe, bis ich sehr genau auf alle Umstände Acht hatte, und sehr deutlich sahe, daß nichts in diesem Versuch vorkomme, was sich nicht sehr gut mit jenem Gesetz vereinigen lasse. Die ganze Sache ist nämlich diese. In dem Drathe A B ist, wie in allen senkrechten Stäben, von Natur am untersten Ende B der Nordpol, und am obern A der Südpol. Diese Pole werden von dem Stabe, als von einem harten Körper, stärker gemacht, und erlangen mehr Kräfte (Satz 28.). Der Stab aber ist, als Eisen, am obern Ende mit einem Südpol versehen, und bestrebt sich diese Pole zu verwechseln.

Hier zeigen sich also widerstehende Kräfte, indem der Stab anders, als ein harter Körper, und anders als Eisen wirkt, von welchen Kräften jene, in diesem Fall, nothwendig die Ober=

 hand

hand behalten müssen. Denn ich habe die Polarkräfte, die dem Drath von dem Stab, als Eisen, mitgetheilt werden (Versuch 35.), mit jenen, die jeder harter Körper in einem senkrechten Drath erwecken kann, verglichen, und jene viel geringer befunden, und zwar so, daß wenn der Drath erst an einer Stange gestrichen worden war, wodurch er, wie im angeführten Versuch, einige Kräfte erlangt hatte, und ich ihn hernach senkrecht an einem harten Körper rieb, ich diese Kräfte viel verstärkt beobachtete. Also wird es, wie ich glaube, deutlich seyn, daß der Nordpol, der an dem untern Ende, von dem Stab, als einem harten Körper erzeugt worden, viel stärker seyn muß, als der Südpol, den derselbe Stab, als ein Magnet, hervorbringt. Der Pol also, der an B bleibt, muß nördlich seyn. Die Erfahrung bestätiget diese Erklärung, da man sieht, daß die magnetischen Kräfte, die einem eisernen senkrechten Drathe, durch öfteres Reiben mit einem harten (aber nicht eisernen) Körper, mitgetheilt worden sind, durch das Reiben mit einer Eisenstange geschwächt werden.

Da nun aus diesem allen sehr deutlich erhellet, daß bloß die Schwäche der magnetischen Kräfte die Ursache des gedachten Erfolgs in diesem Versuch ist, so konnte ich in der That einen andern Ausgang erwarten, wenn ich entweder eine größere Stange, oder zwey oder drey zu-

gleich darzu anwendete. Um dies zu erforschen, habe ich folgenden Versuch angestellt.

Acht und dreyßigster Versuch.

Neben die Stange, deren ich mich jetzt bedient hatte, legte ich eine andre, und zwischen innen den Drath A B. Indem ich nun mit der einen Hand diese beyden Stäbe gegen den Drath drückte, zog ich mit der andern vermittelst einer Zange, mit welcher ich das Ende des Drathes gefaßt hatte, denselben heraus, der auf diese Weise an beyden Stangen sehr stark gerieben wurde, und ich beobachtete, wie ich erwartet hatte, an dem Ende, welches zuerst gerieben worden war, den Südpol, so wie am andern, wo sich das Reiben geendigt hatte, den Nordpol. Ich ward diese Stellung der Pole immer gewahr, unter welcher Richtung ich auch den Drath herauszog, obgleich, wenn ich den Drath in die Höhe zog, die Kräfte viel stärker waren, als wenn ich ihn herunterzog. Daß sich dieses so ereignen müsse, läßt sich aus dem, was ich vorher gesagt habe, sehr deutlich einsehen; denn die Polarkräfte, die von Natur in dem Drathe verborgen sind, und von den Stangen als harten Körpern erweckt werden, unterstützen jene im ersten Fall, die von denselben Stangen, als eiserne und magnetische Massen, erzeugt werden, im letztern Fall aber nicht.

Neun

Neun und dreyßigster Versuch.

Endlich legte ich die Stange horizontal in den magnetischen Meridian, da denn die größte Kraft des Nordpols im untern Theile des gegen Mitternacht gekehrten Endes war, so wie im obern Theil des entgegengesetzten Endes, die größte Kraft des Südpols. Ueber diese strich ich den oft genannten Drath in einer senkrechten Richtung gegen den magnetischen Meridian; und es zeigte sich an dem Ende, mit welchem man zu streichen angefangen hatte, bald der Nord- bald der Südpol, nachdem man ihn an dem Nord- oder Südpol der Stange gestrichen hatte. Zwischen den beyden Enden aber konnte man den Drath an der Stange reiben, ohne daß er magnetisch wurde. Eben dasselbe erfolgt, wenn man den Drath an den Enden der Stange streicht, wenn sie in der Fläche A′C A″ liegt.

Durch diese Versuche hab ich also erwiesen, daß das Eisen, wenn es mit einem andern Eisen gestrichen wird, welches bloß mit der magnetischen Kraft der Erde erfüllt ist, dieselben Gesetze befolge, welche bey andern Magneten statt finden. Daß nämlich der, in ihm zu erregende Magnetismus so geordnet wird, daß der Pol, mit dem man streicht an der Stelle, wo man anfängt, und der entgegengesetzte da, wo man aufhört, erzeugt wird. Denn daß die Fälle, wo die Stangen

von

von der allgemeinen Regel abzugehen scheinen, der Schwäche ihrer Kräfte zuzuschreiben sind, habe ich weitläuftig erwiesen. Wer also deswegen diesen Eisenstangen die Eigenschaften der wahren Magnete absprechen wollte, der könnte mit gleichem Rechte behaupten, daß das Holz, weil es auf dem Wasser schwimmt, andern Gesetzen der Schwere unterworfen sey, als andre Körper, die in dieser Flüßigkeit untersinken.

Zweyter Zusatz. Wenn man dieses mit jenem vergleicht, was ich an andern Orten über die magnetische Materie gesagt habe, so sieht man sehr deutlich, warum ein Stück Stahl, das mit einem eisernen Stabe gestrichen wird, viel stärkere Kräfte erhält, wenn man ihn auf Eisen, z. B. auf einen Amboß, legt, als wenn er auf einem andern Körper liegt; ein Gegenstand, über welchen Nebel *) zuerst verschiedne Versuche angestellt hat. Denn auf dem obern Theil des Amboßes schwebt eine große Menge südlicher Flüßigkeit, und die Eisenstange, von der man voraussetzt, daß sie senkrecht steht, ist am untern Ende mit nördlicher Flüßigkeit umgeben. Wenn man nun diese über dem Stückgen Stahl, auf dem Amboß, hinstreicht, so werden die Flüssigkeiten in dem Stahl bewegt werden, und sich bald trennen, indem jede der umgebenden Flüssigkeiten,

*) In der angeführten Abhandlung, Seite 29 ff.

sigkeiten, die mit ihr freundschaftliche anzieht, und die andre abstößt. Der Stahl wird also magnetisch werden (Satz 13. Zus. 4.), und zwar viel stärker, als wenn er auf Holz oder Stein gelegen hätte, weil hier die Kräfte, welche die Trennung der Materien befördern, weit schwächer wirken, wie Jedermann leicht sieht. Uebrigens erhellet, daß der Stahl viel geschwinder mit magnetischer Kraft gesättigt werden kann, wenn der Amboß und die Stange sehr groß sind, wie dies auch die Erfahrung bestätigt. Endlich sieht man, daß diese Methode, magnetische Kräfte zu erzeugen und zu verstärken, in der That von der, welche Michel, Canton und andre angegeben haben, nicht abweicht, ob sie schon in der Zubereitung verschieden ist. Auch gehört hieher noch die neue Methode, künstliche Magnete zu verfertigen, die Herr Antheaulme erfunden, und Herr de la Lande beschrieben hat *).

Dreyßigster Satz.

Eine stählerne Nadel, deren Schwerpunkt in den Mittelpunkt der Bewegung fällt, neigt sich, wenn sie mit dem Magnet gestrichen worden, in unsern Gegen-

*) Memoir. de l'Acad. de Paris. 1763.

Gegenden mit dem Nordpole unter dem Horizont.

Da unsre Erde ein großer Magnet ist (Satz 24.), und die Eigenschaften der übrigen Magnete hat (Satz 29.), diese aber eine stählerne Nadel verschiedentlich gegen ihre Axe neigen, nachdem sie mehr oder weniger vom Pol entfernt ist; so folgt natürlich, daß man auch an den Nadeln, die von der magnetischen Kraft der Erde angezogen werden, eine ähnliche Neigung beobachten muß, wenn keine andre Ursache, weder in Ansehung der Fläche, in der sie sich bewegen, noch in Ansehung des Punktes, an dem sie aufgehangen sind, oder ein andrer Umstand, die Wirkung der magnetischen Anziehung der Erde unterbrechen oder ändern kann. Eine solche Nadel wird also über den magnetischen Polen der Erde senkrecht, und unter dem Aequator horizontal stehen, an jedem andern Orte aber in einer schiefen Stellung seyn.

Unterdessen ist es doch sehr schwer, eine gute Neigungsnadel, d. i. eine solche, die an allen Orten genau die Richtung der magnetischen Kraft der Erde anzeigt, zu verfertigen. Daher hat, wie es scheint, die königliche Akademie der Wissenschaften zu Paris im Jahr 1742, auf die Beantwortung der Frage, wie man eine Neigungsnadel verfertigen könne, einen Preis von 2000 Livres ausgesetzt. Bey dieser Gelegenheit erhielt man, von den erstern Geometern dieses

Jahr=

Jahrhunderts zwey Abhandlungen, welche vortrefliche Vorschriften enthalten, die man bey Verfertigung einer Neigungsnadel befolgen muß. Die eine Abhandlung, welche gekrönt worden ist, hat den Herrn **Daniel Bernoulli**, die andre, welche der Akademie eben so sehr des Preises würdig zu seyn schien, als jene, den Herrn **Leonhard Euler** zum Verfasser.

Ich habe mir, zum Theil nach den Vorschriften dieser großen Männer, folgende Nadel von einem scharfsinnigen Künstler, **Janus van der Bild**, zubereiten lassen, welcher nicht nur in Verfertigung der Fernröhre schon längst andre Künstler übertroffen hat, sondern auch überhaupt feine Maschinen mit solcher Genauigkeit zubereiten, und zu einer Vollkommenheit bringen kann, welche man vergebens von andern erwartet.

Vierzigster Versuch.

AB ist eine stählerne Nadel (Taf. 6. Fig. 39.), deren Enden eine prismatische Gestalt haben, sie ist überall von gleicher Dicke, wiegt 660 Gran, und ist zehn Zoll lang, zwey Linien breit, und $1\frac{1}{2}$ Linien hoch.

Durch die Mitte der Nadel geht die Axe *mn*, die dünn, sehr polirt und genau wie ein Cylinder gedrechselt ist, und deren Durchmesser überall $\frac{1}{5}$ Linie beträgt. Nimmt man den Durchmesser größer, so wird das Reiben an der Fläche, auf welche sie gelegt werden soll, zu stark vermehrt,

mehrt, wodurch nothwendig in der Beobachtung des Neigungswinkels ein Irrthum entstehen muß. Sollte aber der Durchmesser kleiner seyn, so wird die Axe leicht gebogen, welches wieder den Versuch stöhrt. Sie muß übrigens aus dem besten und vollkommen harten Stahl seyn, und sich leicht aus der Nadel herausnehmen lassen; denn es ist kaum zu vermeiden, daß die Axe nicht Schaden leiden sollte, wenn man sie mit der Nadel, um diese ihres Magnetismus zu berauben, zugleich einem heftigen Feuer aussetzen will.

Wenn die Nadel so verfertiget ist, so wird der Schwerpunkt nicht weit vom Mittelpunkt der Axe, d. i. vom Ruhepunkt entfernt seyn. Damit aber der Schwerpunkt ganz genau in den Ruhepunkt falle, so muß man an dem obern Theil der Nadel eine Armatur anbringen, um durch sie den Schwerpunkt bald hier, bald dorthin, und so in den verlangten Punkt, bringen zu können. Dies ist immer für sehr schwer hierbey gehalten worden, doch kann man es durch folgendes Mittel leicht erlangen.

Es ist nämlich *ab* ein dünnes Plättgen Metall, dessen Enden gegen die Mitte zu gespalten sind, in diesen Spalten bewegen sich zwey Schrauben *r* und *s*, welche auf die Löcher in der Nadel *t* und *v* passen. Die Schrauben dürfen nicht länger seyn, als die Nadel dick ist; durch dieselben verbindet man das Plättgen *ab* mit dem obern Theil der Nadel, so, daß man es mit

dem Finger hin und her schieben kann, wie es der Ort, wo man den Schwerpunkt der Nadel hin haben will, verlangt.

In der Mitte des Plättgens steckt ein metallener Stift senkrecht, in dessen Oberfläche Schraubengänge geschnitten sind, und der mit dem Plättgen 24 Gran wiegt.

Auf diesen Stift paßt die Schraubenmutter *k*. Wenn man diese also um die Spindel dreht, so wird der Schwerpunkt der Nadel erhoben oder erniedrigt. Sie wiegt übrigens 42 Gran. Ich hätte dieses Gewicht zwar kleiner annehmen können, ich wählte aber ein größeres, damit man, wenn der Schwerpunkt der Nadel nur sehr wenig von der Mitte der Axe abweicht, diese Abweichung leicht beobachten könnte.

Durch diese Armatur kann man den Schwerpunkt der Nadel in die Mitte der Axe, oder in den Ruhepunkt bringen, wie gleich erhellen wird; sie ist aber etwas von der verschieden, welche jene großen Männer vorgeschrieben haben, weil ich sie bequemer gefunden habe. Ich komme nun nach dieser Beschreibung der Nadel zu der Fläche, worüber sie gehalten wird.

LMN ist eine horizontale Tafel (Taf. 6. Fig. 40.) mit drey Schrauben, auf dieser sind zwey andre Tafeln senkrecht aufgerichtet, von denen man eine in S sieht, sie sind sechs Zoll hoch, und durch ein Holz Z X verbunden. Beyde senkrechte Tafeln sind oben, an der innern Seite, mit Glasplatten belegt, die über die hölzernen

Tafeln

Tafeln hervorragen, und mit Elfenbein an sie befestigt sind. Die Seiten *cd*, *eg*, auf welche die Axe der Nadel gelegt wird, müssen sehr polirt seyn. Ich habe aber durch die Erfahrung gefunden, daß es kein großer Unterschied ist, ob diese Seiten *cd* und *eg* eben oder erhaben sind. Die Entfernung der Seiten ist 5 Linien.

Vermittelst der Schrauben L, M und N stelle man nun die Maschine so, daß die Seiten *cd* und *eg* genau horizontal werden, und lege die Nadel (die man vorher ihres Magnetismus völlig beraubt haben muß,) mit der beschriebnen Armatur darauf; wenn dieses geschehen ist, so hat man darauf Acht zu geben, daß sich die Nadel wie eine Waage genau horizontal stelle: diesen Endzweck erlangt man, wenn man die Schraube *k* hinunter dreht, und die Armatur so lange, bis der Schwerpunkt unter den Ruhepunkt fällt, langsam zu dem leichtern Theil hinbewegt, denn auf diese Art wird man bald die beyden Arme der Nadel ins Gleichgewicht bringen, weil in diesem Fall nur erfordert wird, daß die Nadel die Eigenschaft einer Waage erlange. Um aber diese horizontale Lage genau zu erkennen, wird es nicht undienlich seyn, einen spitzigen Körper an einen feinen Faden über dem Stift im Plättgen aufzuhängen; denn wenn diese Spitze und der Stift in Einer senkrechten Linie sind, so steht die Nadel horizontal.

Nun muß man die Schraube *k* in die Höhe drehen, damit der Schwerpunkt genau in den Ruhepunkt

gebracht werde. Um diesen Endzweck," wenn die Platte *ab* genau in ihrer Lage bleibt, zu erreichen, wird, wie jeder leicht sieht, erfordert: 1) daß der Stift beständig senkrecht bleibe, und, indem man *k* in die Höhe schraubt, nicht im geringsten schwanke. 2) Daß die Schraube *k* durchaus gleichartig sey, und 3) daß dieser ihr Schwerpunkt mit dem gemeinen Schwerpunkt der Nadel und der Armatur beständig in Einer senkrechten Linie bleibe. Alle Aufmerksamkeit reicht aber kaum zu, diese Bedingungen zu erfüllen, daher geschieht es nicht selten, daß der Mittelpunkt der Schwere in der Nadel, indem man *k* in die Höhe schraubt, bald auf diese, bald auf jene Seite der senkrechten Linie fällt, in welcher der Ruhepunkt liegt, und daß folglich die Nadel nicht immer genau horizontal bleibt, doch kann sie leicht wieder dahin gebracht werden, wenn man das Plättgen *ab* um etwas nach dem leichtern Theil hinschiebt. Und so bewirkt man endlich nach verschiednen Versuchen, daß der Schwerpunkt und der Ruhepunkt zusammen fallen; welches man daraus erkennen kann, wenn die Nadel in allen Lagen, und in jeder Fläche ruhig stehen bleibt.

Diese jetzt angegebne Beschaffenheit hatte meine Nadel wirklich, so daß ich versichert bin, es habe niemand in den hiesigen Gegenden eine vollkommnere besessen. Ich legte sie nun umgekehrt auf eine horizontale Tafel, (in welche ein Loch geschnitten war, worein die Armatur paßte,) und

und strich sie mit zwey starken Magneten, von der Mitte nach den Enden zu, an welche die nöthigen Eisen gelegt waren. Nachdem ich dies auf allen Seiten, wo es die Armatur nicht verhinderte, wiederholt hatte, ward die Nadel AB bald mit magnetischer Kraft gesättigt; ich legte sie hierauf auf die Glasplättchen *cd* und *eg*, und alsbald neigte sie sich mit dem Ende A, welches der Nordpol war, gegen den Horizont.

Ich setzte hierauf die Maschine in den magnetischen Meridian, und beobachtete den 30sten Oktober 1764 zu Franeker, unter dem 53°, 11′ nördlicher Breite, die Neigung der Magnetnadel 72°, sehr nahe.

Um den Winkel zu messen, habe ich mich mit großem Vortheil der musschenbröckschen Neigungsmaschine bedient, welche er in der oft angeführten Abhandlung beschrieben, und die ich mit dem ganzen Apparat, auf Kosten der Akademie, in der öffentlichen Versteigerung der Instrumente dieses Mannes erstanden habe.

Erste Anmerkung. Weil es bekannt ist, daß die Neigungsnadel eine Lage annimmt, die mit der Richtung der magnetischen Anziehung der Erde parallel ist, so könnte man, wenn diese bekannt wär, allemal sicher voraussehen, unter welchem Winkel sich eine regelmäßig verfertigte Neigungsnadel neigen würde. Wenn man einen eisernen Stab AC (Taf. 5. Fig. 37.) haben

könnte, der ganz unmagnetisch wär, oder wenn er die magnetische Kraft, wenn sie einmal vertrieben, nicht gleich wieder erlangte, so würde nichts leichter seyn, als diese Beobachtung: denn man dürfte nur den Winkel ACB, oder dessen Komplement BCN genau messen. So aber gehört dieser Versuch zu den mühsamsten und beschwerlichsten, weil der Stab AC, nicht nur durch eine heftige Bewegung, (wie im 29sten Versuch,) sondern auch, wie ich nachher erfahren habe, durch die geringste Veränderung der Lage, wenn er ganz unmagnetisch in den Flächen A′CA″ oder OCW liegt, einigen Magnetismus erhält; wodurch es geschieht, daß, wenn das eine Ende durch einen noch so geringen Bogen bewegt worden, (indem das andre ruht,) und der Stab in A′C, A″C, oder OCW zurückgeht, er nicht mehr gegen beyde Pole einer sehr leicht beweglichen Nadel indifferent ist, sondern einen stärker, als den andern, anzieht. Ob es also gleich unmöglich scheint, die Fläche A′CA″, auf welche die Richtung der magnetischen Kraft der Erde senkrecht ist, (vorausgesetzt, daß die Neigung der Nadel unbekannt ist,) genau zu finden, weil der Stab AC, ob er gleich unmagnetisch ist, so lange er horizontal in der Aequatorfläche der Magnetnadel liegt, doch magnetisch wird, sobald das eine Ende den Bogen AMA′, oder BA′ durchläuft; so will ich doch einen Weg angeben, auf welchen man durch Hülfsmittel, die im 33sten Versuch erzählt worden sind, ohne einige Gefahr

zu

zu irren, zur genauen Entdeckung dieser Fläche gelangen kann.

Es wird aber nicht undienlich seyn, zuvor eine Maschine zu beschreiben, die ein Künstler zu Leeuwarden, Wytzo Foppes Ronjema *), um die Richtung der magnetischen Schwere auch mit einer magnetischen Stange zu entdecken, erfunden hat **). Denn ob sie gleich diesem Endzweck nicht in allen Stücken Genüge leistet, so kann ich mich ihrer doch mit großem Vortheil bedienen.

AB ist eine horizontale Tafel (Taf. 6. Fig. 41.), auf welcher eine Magnetnadel liegt, die äusserst beweglich seyn muß, wenn man für grossen Irrthümern sicher seyn will. Die, deren ich mich bediene, hat ein Hütgen von Achat, welches

*) Dieser Mann, der ein gebohrner Friesländer, und großer Mechanikus zu Leeuwarden war, ist vor einigen Jahren gestorben. Er war nicht nur wegen seiner Rechtschaffenheit, sondern auch wegen seiner vortreflichen Geistesgaben, und besondern Fleißes, mit dem er die Jugend in den Anfangsgründen der Größenlehre und Sternkunde unterrichtete, den Ständen von Friesland sehr werth, die ihm auch deswegen oft deutliche Zeichen ihres Wohlwollens gegeben haben.

**) Er hat am Ende der Schrift, Wonderwerken der Natuur, dieser Maschine erwähnt, da er sie aber nicht hat abzeichnen lassen, so kann man seine Beschreibung nicht verstehen.

ches auf einer äusserst scharfen Spitze ruht, auf welcher sich die Nadel bewegt. Diese horizontale Tafel steht auf einem viereckichten Kasten, dessen eine Seite man in LM sieht. Die ganze Höhe des Kastens ist 12 Zoll.

Ueber die Mitte der horizontalen Tafel ragt eine metallene Platte hervor, die in der Figur nicht gut angegeben werden konnte. An dieser ist, vermittelst eines metallenen Stifts, eine andre vertikale Tafel Z befestigt, welche sich etwas um den Stift dreht. Der Rand dieser Tafel *ac* muß genau horizontal seyn, welches man aus dem Weiser *p* erkennt: dann wird die Tafel durch die Schrauben *m* und *n* in dieser Lage befestigt.

Endlich hängt an dieser senkrechten Tafel das bewegliche Lineal RS, und ist durch denselben Stift mit der senkrechten Tafel an LM befestigt. An die Mitte des Lineals hängt man den Kreis *rst*, der desto schicklicher ist, je größer man ihn nimmt. Dieser Kreis muß mit den Trägern *g* und *h*, die auf das Lineal senkrecht stehen, und die Stange halten, genau in Einer Fläche seyn. In der Mitte des Kreises ist ein Stift befestigt, welcher in das Loch an dem Ende der Stange kömmt, und diese so hält, damit sie nicht unter dem Versuch abfahre.

Die eiserne Stange, die auf das breite Lineal RS gelegt worden, kann unter jedem Neigungswinkel mit dem Horizont *ac*, durch die Schraube an dem äussersten Theil des Trägers befestiget werden, denn wenn man diese gegen die

senk-

senkrechte Fläche anzieht, so wird das Lineal und die Stange gehalten. Die Neigung muß man auf dem Bogen *cd* oder *ab* messen, der an den äussersten Theilen der senkrechten Tafel befestiget ist, und dessen Mittelpunkt in den Ruhepunkt des Lineals fällt. Der Bogen ist in Grade getheilt, und diese wieder in kleinere Theile.

Nun stelle man die Maschine so, daß der Rand *ac* mit der Magnetnadel parallel werde, oder in den magnetischen Meridian komme, und die Tafel Z stelle man senkrecht. Wenn nun die Richtung der magnetischen Schwere CD ist, so ist allerdings gewiß, daß, wenn man den Magnetismus der Stange GO verhindern könnte, indem sie unmagnetisch aus der horizontalen Lage herabkömmt, die Richtung der magnetischen Flüssigkeit CD, und daraus die Neigung der Nadel bekannt werden würde. Denn es würde weiter nichts dazu erfordert, als die Nadel, wenn sie nach dem 33sten Versuch, oder auch durch die Wirkung des Feuers, ihres Magnetismus beraubt worden wäre, auf das breite Lineal RS zu legen, und daran durch den Bogen *cx* herunter zu führen, worauf sie bald in die verlangte Lage kommen würde, in der sie in die Magnetnadel auf der horizontalen Tafel gar nicht wirkt; und *cx* würde dann der Ergänzungswinkel von der Neigung seyn, welche die Richtung der magnetischen Kraft der Erde, unter den Horizont, hat. Allein da man, wie ich oben angemerkt habe, nicht

verhindern kann, daß die Stange nicht magnetisch werden sollte, so hat der Erfinder dieser Maschine den Bogen *cx* gesucht, wenn auch GO magnetisch ist. Sein Schluß ist deutlich aus einander gesetzt, sehr einfach und scharfsinnig.

Der Stab GO habe an dem Ende, um welches er sich bewegt, noch einige nördliche Polarkraft, und es sey der Bogen *cx* = y, so ist allerdings gewiß, daß die Stange GO, wenn sie durch den Bogen *cx* gegangen, noch den Nordpol der Nadel abstoßen wird, er muß also tiefer steigen, ehe die Nadel wieder in ihre natürliche Lage zurückgeht: denn man weiß (27ster Versuch), daß dadurch, wenn die Stange noch tiefer hinunter geht, an dem Ende O der Südpol erzeugt wird, und wenn dieser dem Nordpol, der vorher da war, gleich wird, so muß die Nadel in den magnetischen Meridian zurückkommen. Die Lage, welche die Stange nun hat, sey OF, und der Bogen, durch den sie unter *x* geht, = q, so wird der ganze Bogen den die Stange durchlaufen hat, q + y = a seyn.

Nun bewege man die Stange GO langsam um das Ende O, aber so, daß sie genau in der Fläche bleibt, welche die Stange nach der Länge durchschneidet, und auf die vertikale Tafel Z senkrecht steht; so bringe man sie in die entgegengesetzte Lage, worauf die Nadel aufs neue aus dem magnetischen Meridian gehen, und sich mit dem Südpol der Stange nähern wird; um sie

nun

nun in ihre natürliche Stellung zurückzubringen, nimmt man an, daß dieselbe Kraft am Nordpole im Ende O zurückbleibe, und daß die Stange wieder, durch denselben Bogen, unter die gesuchte, auf CD senkrechte Fläche herunter steigen müsse, ehe die Nadel wieder zurückgehe. Die Stange gehe also bis OK herunter, so wird OK verlängert in OI, von dem Bogen *cd* ein Stück abschneiden, von welchem man annimmt, daß es an dem gesuchten Bogen *cx* auch um q fehle. Dieses Stück sey = b, so hat man die andre Gleichung $y-q=b$, worauf man, wenn man diese mit der ersten $y+q=a$ verbindet, $y=\frac{a+b}{2}$ erhält.

Beyspiel. Indem ich dieses schreibe, habe ich den Versuch mit der größten Sorgfalt angestellt, und gefunden, daß $a=20°,19'$, $b=14°,15'$, also $y=27°,22'$, woraus für die Neigung der magnetischen Kraft der Erde folgt, 72°, 38', dieses ist aber etwas zu viel, wie man gleich sehen wird.

Dieser Irrthum entsteht daher, daß man q, oder die Kraft des Nordpols in der Stange, in beyden Fällen gleich annimmt, welches doch nicht seyn kann, denn die Kraft wird im Anfang etwas verstärkt, wenn die Stange GO aus ihrer ersten Lage in die entgegengesetzte gebracht wird; dann nimmt sie wieder ab, indem die Stange nie-

niedersteigt, bis sie gegen die nahe Magnetnadel indifferent wird: welches Jedermann leicht sehen kann, wenn die Stange aus ihrer letzten Lage wieder in die erste gebracht wird, denn nun wird sie deutlich einen Pol der Magnetnadel stärker, als den andern, anziehen, da sie doch gegen beyde indifferent seyn sollte. Hieraus erhellet auch, wie ich glaube, daß es nicht nur dem Zufall zuzuschreiben wäre, wenn man etwa durch diese Methode die wahre Neigung entdecken sollte, sondern daß es auch nicht möglich ist, den Versuch zwey oder dreymal mit dem nämlichen Erfolg zu wiederholen, da hier eine unendliche Verschiedenheit in der Ab- und Zunahme der Polarkräfte an dem Ende O statt findet, welche aus der verschiednen Lage der Stange, der Größe des Bogens a, u. s. f. entsteht.

Ich habe den nur angeführten Versuch wiederholt, und nun bey der zweyten Beobachtung gefunden, daß $a = 21° 20'$, $b = 14° 15'$, also $y = 17° 47\frac{1}{2}'$, welcher Werth der Wahrheit am nächsten kommt. In dem dritten Versuch aber bemerkte ich einen ganz andern Erfolg, denn es war $a = 21° 15''$, $b = 15° 15'$, also $y = 18° 15'$. Man sieht hieraus, daß sich die wahre Neigung der Magnetnadel nicht genau finden läßt. Indessen verdient der leeuwardsche Künstler Lob, daß er eine Maschine erfunden hat, durch welche man die wahre Neigung beynahe entdecken kann; denn wenn man alle Vorsicht gebraucht,

so

so ist der gefundne Winkel nicht über 30′ von dem wahren unterschieden.

Meine Methode aber, den Bogen *cx* genau zu finden, ist diese. Die Stange GO steige aus ihrer horizontalen Lage, durch einen willkührlich angenommnen Bogen, z. B. von 14° herunter, und ziehe in dieser Lage den Südpol der Magnetnadel mehr als den Nordpol an, so wird dies zu erkennen geben, daß die Stange in O den Nordpol habe, diese magnetische Kraft muß durch dasjenige Verfahren, was ich Seite 234 im 33sten Versuch gezeigt habe, vertrieben werden. In diesem Fall nämlich muß das Ende O erhöht, und dann die Stange mit einem harten Körper, (aber nicht mit einem eisernen), z. B. mit einem Metalldrath, nach der Länge gestrichen werden, so wird die Stange, in kurzer Zeit, gegen beyde Pole der Nadel indifferent werden, und diese wird in ihre natürliche Lage zurückgehen. Sollte aber durch diese Behandlung der Südpol so stark in dem Ende der Stange erregt werden, daß es an des ersten Stelle den Nordpol der Nadel mehr als den Südpol anzieht, so muß man das Ende G etwas erheben, indem das andre ruht, und diesen neuen Pol eben so, wie den ersten, vertreiben.

Wenn dieses geschehen, so führe man die Stange GO um das Ende O, und zwar so, daß sie in derselben Fläche bleibe, welche die Stange nach der Länge durchschneidet, und auf die vertikale Tafel Z senkrecht steht, und so bringe man

sie

sie in die entgegengesetzte Lage. Diese Bewegung bestimmt die Fläche *rst*, welche die Stange beständig berühren muß, damit sie ja nicht aus der Fläche schwanke, indem sie um O geführt wird. Die Stange in der umgekehrten Lage wird den Nordpol anziehen, und den Südpol abstoßen; welches zeigt, daß die angenommene Fläche nicht die ist, die man sucht, auf welche nämlich die Richtung der magnetischen Kraft senkrecht ist; denn in dieser Fläche muß die Stange in jeder Richtung auf beyde Pole der Nadel gleich wirken.

Man bringe nun die Stange wieder in ihre erste Lage, und bewege sie 1° oder 2° weiter hinunter, so wird man in ihr von neuem einige nördliche Polarkraft bemerken, wenn diese vertrieben, und das übrige genau, wie bey dem vorigen Versuch, angestellt worden ist, so findet man, daß nun der Südpol durch einen viel kleinern Bogen angezogen wird, als im ersten Versuch: dies zeigt, daß man der gesuchten Fläche näher gekommen seyn müsse. Sollte der Bogen, den der angezogne Südpol der Nadel beschreibt, größer beobachtet werden, so giebt dies zu erkennen, daß man sich zu weit von der gesuchten Fläche entfernt habe, und daß also der Winkel, den die Neigungsnadel mit der Vertical-Linie macht, kleiner als 14° seyn müsse.

Nun befestige man das Lineal, auf welchem die Stange liegt, auf 17° unter der horizontalen

Linie,

Linie, und verfahre völlig so wie vorhin; so wird man bemerken, daß man nur noch wenig von der gesuchten Fläche entfernt sey. Wenn man aber das Linial auf 18° befestigt, so beobachtet man, daß die Stange, in die entgegengesetzte Lage gebracht, nun den entgegengesetzten Pol anziehe. Man sieht also, daß die Stange schon unter der gesuchten Fläche ist, und diese also zwischen 17° und 18° enthalten seyn muß. Wenn man nun dies einmal weiß, so trift man endlich nach vielen, unter 17° und über 18° angestellten Versuchen, auf die gesuchte Fläche, welche mit dem Horizont einen Winkel macht, dessen Maas $cx = 17° 48'$ ist. Denn wenn man in dieser Fläche die Stange behutsam aus GO in G'O bringt, so bleibt die Nadel beständig in Ruhe, und wird nicht mehr gerührt, als wenn die Stange gar nicht da wär.

So erhält man denn die wahre Neigung der Magnetnadel 72° 12' *), welche man auch beständig

*) So war die Neigung zu Franeker im Anfang des Jahres 1765. Im folgenden Jahr gieng ich nach Gröningen, wo ich sie beständig etwas größer beobachtet habe. Es liegt aber auch Gröningen etwas nördlicher als Franeker, denn die Breite von Franeker ist 53° 11', die von Gröningen 53° 15'. Ich habe in diesem Jahr 1783, im Anfang des Aprils die Beobachtung mit größter Sorgfalt angestellt, und die Neigung der Magnetnadel, oder vielmehr den Winkel

ständig würde beobachtet haben, wenn eine ganz vollkommne Nadel verfertigt werden könnte. Denn, um nichts von diesem Versuch zu verschweigen, gestehe ich offenherzig, wie es die Pflicht eines genauen Beobachters ist, daß meine Nadel sich zwar einigemal um 72° 12′ unter die Horizontallinie senkte, daß sie aber doch nicht, wenn sie aus der Lage gestoßen wurde, genau wieder an die Stelle zurückgieng, sondern bald nach oben, bald nach unten zu abwich, so daß ich es nicht

kel, den die Richtung der magnetischen Kraft der Erde mit dem Horizont macht, von 72° 15′ gefunden. Ich habe mich des nämlichen Instruments und derselben Nadel, die ich oben beschrieben habe, bedient. Da mir aber diese, ob ich sie gleich mit einem sehr starken Magnet gestrichen hatte, nicht beweglich genug war, so hieng ich sie jetzt an Fäden von amerikanischer Aloe, die sich nicht dreheten, auf, und erhielt auf diese Art eine äusserst bewegliche Nadel, die, wenn sie aus ihrer Lage gestoßen wurde, nach vielem Schwanken genau in denselben Punkt zurückkehrte, und die also zu meinem Gebrauch vollkommen gut war. Die Länge des Fadens war 10 Zoll. Sie ward übrigens am Pol einer gläsernen Glocke aufgehängt, die auf einer Glastafel stand, welche in der Mitte durchbohrt war, um den Faden durchziehen zu können, und die Horizontal-Fläche der Maschine AB bedeckte, welche die Nadel enthielt. Auf diese Art kann die Nadel nicht durch die Bewegung der Luft gestört werden, welche, wie jeder leicht sieht, hier vermieden werden muß.

nicht wagen konnte, die gesuchte Neigung in Minuten anzugeben. Und doch zweifle ich sehr, ob durch menschliche Kunst eine bessere Neigungsnadel verfertiget werden kann.

Will man also die Richtung der magnetischen Schwere äusserst genau angeben, so muß die Stange, nach der von mir angegebnen Methode behandelt, zuverläßig sichrer dazu dienen, als alle Neigungsnadeln. Denn erstlich wird nicht nur, um eine solche Nadel richtig zu verfertigen, sehr große Kunst, sondern auch, um sie ihrem Zweck anzupassen, ein unermüdeter Beobachter erfordert. Denn wie oft muß man nicht, ehe der Schwerpunkt in die Mitte der Axe gebracht wird, das Plättgen *ab* bald zur Rechten, bald zur Linken schieben, und die Schraube *k* bald in die Höhe, bald hinunter schrauben? Wie oft bemerkt man nicht, daß die Nadel aus der man vorher mit Mühe allen Magnetismus getrieben, unter der Behandlung von neuem magnetisch wird, daß man also die ganze Arbeit wieder von der ersten Behandlung anfangen muß, wenn die Nadel richtig werden soll? Dies würde mir in der That längst alle Geduld benommen haben, wenn es nicht um eine Beobachtung zu thun gewesen wäre, die, mit andern in verschiednen Ländern angestellten verglichen, einst etwas beytragen kann, die magnetische Theorie der Erde zu vervollkommnen, und wenn ich nicht so neugierig gewesen wär, zu entdecken, wie genau die Nei-

gung der Magnetnadel mit der Richtung der magnetischen Schwere übereinkomme. Daß aber die Beobachtung dieser Richtung, vermittelst der eisernen Stange GO, viel weniger langweilig sey, wird einem jeden die Erfahrung lehren.

Zweytens. Es ist leichter den Winkel der Richtung genau zu messen, wenn der Stab einen Bogen beschreibt, dessen Halbmesser zwey, drey, und, wenn es nöthig ist, mehrere Fuß lang seyn kann, als wenn ein ähnlicher Bogen von einem Halbmesser, der nicht über 5 bis 6 Zoll beträgt, beschrieben wird, wie bey der Neigungsnadel geschieht. Es ist zwar wahr, daß man Neigungsnadeln von drey bis vier Fuß Länge verfertigen kann, doch sind sie, wenn man alles genau betrachtet, weniger zu empfehlen, wie ich beweisen könnte, wenn mir nicht der große Euler hierinn zuvor gekommen wäre.

Drittens. Das Verrosten kann an dem Theile der Nadel, welchen die Armatur bedeckt, nicht verhindert werden, dadurch wird diese in kurzer Zeit unbrauchbar. Bey der Stange GO aber schadet der Rost nicht das geringste.

Zwar hat andern Theils die Nadel auch den besondern Nutzen, daß man dadurch die natürliche Schwere genau mit der magnetischen vergleichen, und alsbald gewahr werden kann, wenn sich einige Veränderung mit der magnetischen Richtung zugetragen hat. Doch muß man sich in diesem Fall sehr in Acht nehmen, daß man nicht zu übereilt schließe; denn wenn der Ort,

wo so eine Nadel aufgestellt wird, nicht sehr ruhig ist, und etwa die Luft bewegt wird, so wird sich auch die Nadel bewegen; woher denn, wenn sie nicht genau wieder in ihre Stellung zurückgeht, die Richtung der magnetischen Schwere etwas verändert erscheinen wird, da sie doch, ohne die Bewegung hätte unverändert bleiben können. Doch habe ich aus richtigen Versuchen, die ich nicht nur mit der Nadel, sondern auch genauer mit der Stange angestellt habe, ersehen, daß sich die Richtung der magnetischen Schwere immer verändert, und nicht 24 Stunden genau dieselbe bleibt, sondern an einem Tage, obschon um einen sehr kleinen Bogen, etwa von einer oder zwey Minuten, mehr von der Horizontallinie abweicht, als am andern.

Die Stange GO, der ich mich bediene, ist einen Fuß und zehn Zoll lang, und ihr Durchmesser zehn Linien; es ist dieselbe, die ich bey dem 27sten und 28sten Versuch schon angewendet habe, zu deren Erläuterung das, was ich hier gesagt habe, nicht wenig beytragen kann. Denn die Lage der Fläche A′CA″, und hierdurch auch die Lage derjenigen Fläche, welche auf ihr senkrecht ist, MCN, in welcher die größte Wirkung der magnetischen Materie der Erde statt findet, wird nun bestimmt, welches damals durch jene Versuche nicht genau geschehen konnte, wegen des Magnetismus, der in der Stange erzeugt wird, wenn sie den waagrechten oder vertikalen

Kreis durchläuft. Weil aber damals bloß die Wirkung der magnetischen Kraft der Erde in die Stange, unter verschiednen Richtungen, untersucht wurde, so brauchten wir auf diesen Magnetismus nicht zu achten, und wir stellten uns also die Flächen MCN und A'CA" gleich vor, wie sie gefunden würden, wenn man entweder den Magnetismus, der entsteht, wenn man die Stange um C wendet, verhindern, oder wenn man ihn gleich, so wie er entsteht, wieder vertreiben könnte. Ueberdies ist dieser Magnetismus der Anfang eines **beständigen** Pols, von dem ich oben geredet habe; und er ist völlig derselbe, nur durch eine geringere Wirkung erzeugt, von dem ich im 29sten Versuch gehandelt habe.

Zweyte Anmerkung. Ich habe mich bemüht, die Neigung der Magnetnadel so genau wie möglich zu beobachten, nicht nur deswegen, weil noch niemand in den hiesigen Gegenden darauf aufmerksam gewesen ist, sondern auch weil, wie es scheint, dadurch die Zweifel gehoben werden können, die **Musschenbroek** (in seiner Naturlehre, Abschnitt vom Magnet,) aus seinen Beobachtungen herleitet, und durch die er zu beweisen sucht, daß eine Nadel, die so, wie ich gezeigt habe, behandelt worden ist, in eine senkrechte Lage kommen müsse. Wenn der magnetische Pol der Erde in unsern Gegenden wäre, so gebe ich zu, daß diese Stellung beobachtet werden müßte. Allein **Musschenbroek** scheint weiter

zu

zu gehen, und zu behaupten, daß man an jedem Orte der Erde diese Stellung der Nadel, wenn sie am Schwerpunkt aufgehangen, und mit einem Magnet gestrichen worden, beobachten müsse.

Diese Meynung, wenn sie in der That dieser große Naturkündiger behauptet hat, ist mit sehr vielen Schwierigkeiten verbunden. Denn erstlich streitet sie mit den nur beschriebnen Beobachtungen; die Nadel hätte nämlich eine senkrechte Lage einnehmen müssen, wenn die Richtung der magnetischen Anziehung auf die Oberfläche der Erde senkrecht stünde. Es ist keine Ursache gegenwärtig, warum das Ende B etwas schwerer geworden seyn sollte; denn wenn die Nadel in der entgegengesetzten Richtung gestrichen wurde, so zeigte sich in B der nördliche, und in A der südliche Pol, und die Nadel neigte sich unter demselben Winkel, wie vorhin; dieser Erfolg hätte nicht beobachtet werden können, wenn zwischen der Schwere der Arme nur die geringste Verschiedenheit statt fände.

Zweytens. Es würde in der That sehr sonderbar seyn, wenn die Erde, die einem Magnet in allem ähnlich ist, wie ich im 24sten und 29sten Satz weitläuftig erwiesen habe, bloß in diesem einzigen Fall ein andres Gesetz befolgte, als alle übrige Magnete, auf deren Axen die magnetische Richtung nicht überall senkrecht ist, wie man aus Versuchen weiß.

Drittens. Wenn die Richtung der magnetischen Kraft der Erde auf die Oberfläche derselben senkrecht wär, wie aller schwerer Körper, so müßte die eiserne Stange, die übrigens unmagnetisch ist, dann die größte Wirkung haben, wenn sie senkrecht stünde; aber die Erfahrung lehrt etwas anders. Denn die Stange wirkt in der Fläche MCN stärker auf die Magnetnadel, als in der senkrechten WCO (Taf. 5. Fig. 37.).

Viertens. Wenn man die Fläche, in der die Neigungsnadel schwankt, auf den magnetischen Meridian senkrecht richtet, so nimmt die Nadel von selbst eine senkrechte Richtung an. Wenn diese die natürliche Richtung der magnetischen Schwere ist, warum behält die Nadel diese Stellung nicht in allen übrigen Flächen?

Fünftens. Herr Daniel Bernoulli *) hat eine Nadel, nach der von ihm erfundnen Methode, von dem geschickten Künstler Dietrich verfertigen lassen, welche sich zu Basel 1755 um 71° 30′ neigte. Dies ist dieselbe Methode, die Musschenbroek, doch mit einem ganz ungleichen Erfolg, anwendete. Es ist nicht wahrscheinlich, daß Bernoulli, der um die Geheimnisse der Natur zu entdecken gebohren zu seyn schien, hier einen Irrthum begangen habe, vielmehr scheint Musschenbroek, dessen Andenken wir ver-

*) Bibliotheque Germanique, T. XVI.

verehren, und dessen unzählige, äusserst genaue Beobachtungen wir bewundern, bey diesen Versuchen minder glücklich als bey andern gewesen zu seyn. Er verfertigte 1728 eine Neigungsnadel von 4 Fuß, und fand dadurch die Neigung zu Utrecht 67° beynahe. Er versichert, daß diese Nadel die beste und vollkommenste gewesen, und doch haben **Euler** und **Bernoulli** bewiesen, daß sie einen großen Fehler gehabt habe; denn indem bald auf dieser, bald auf jener Seite etwas abgefeilt wurde, um den Schwerpunkt in den Ruhepunkt zu bringen, so mußte die Nadel nothwendig wieder etwas magnetisch werden, wenn sie schon ihres Magnetismus beraubt worden war. Dann konnte auch der Schwerpunkt, wegen der Krümmungen, die eine so lange Nadel wegen ihrer Schwere annimmt, und die nach ihrer verschiednen Lage verschieden sind, nicht immer in Einem Punkt bleiben. Wenn also eine solche Nadel gleich im Schwerpunkt horizontal aufgehangen wird, so bleibt sie doch nicht darinnen, wenn ihre Lage schief wird.

Ob ich aber gleich versichert bin, daß, wie aus diesem allen erhellet, die Richtung der magnetischen Kraft der Erde nicht überall dieselbe ist *), so läßt sich doch bis jetzt nichts gewisses,

*) Daß die Richtung des Erdmagnetismus nicht überall auf der Erde mit dem Horizont einerley Winkel mache, erhellt aus dem, was ich gesagt habe, und in den Abhandlungen der schwedischen Aka-

weder von der Zahl der magnetischen Pole der Erde, noch von ihren Stellen, und der Veränderung,

Akademie auf das Jahr 1768 (†) hat eben dies Herr Wilke mit mehrerem genau gezeigt. Die Karte, die er entworfen, auf welcher die Neigungen der Magnetnadel an verschiedenen Orten der Erde angegeben sind, findet man auch in einer Schrift des Herrn le Monnier Loix du Magnetisme. — Herr Wilke, hat sich keiner andern Beobachtungen bedient, als solcher, die mit der größten Sorgfalt angestellt zu seyn scheinen, daher muß man auch seine Arbeit für sehr nützlich und lobenswerth halten. — Seite 217 des angeführten Werks bestimmt er die Neigung zu Franeker, aus meinen Beobachtungen, auf 72° 12′, aber auf der Karte findet man nur 72°, welches zu verbessern ist.

Die Abweichungen und Neigungen müssen der Grund seyn, auf welchen eine Theorie des Magnetismus der Erde gebaut wird, je genauer und je öfter man sie an vielen Orten beobachtet, desto vollkommner wird die Theorie werden. Allein die Abweichung kann man leichter beobachten, als die Neigung, die doch nicht weniger nothwendig ist. Ich halte es daher für vortheilhaft, wenn man dazu nicht nur die Neigungsnadel, sondern auch die von mir beschriebne Maschine anwendet. Denn alle, die sich mit diesen Versuchen beschäftigen, wissen wie schwer es ist, eine vollkommne Neigungsnadel zu erhalten; wie leicht wird nicht die Nadel, noch ehe man

(†) Im 30sten Theil der Uebersetzung des Herrn Hofrath Kästner.

derung, der sie mit der Zeit unterworfen sind, bestimmen *), weil man in keinem andern Theil

S 5 der

man sie mit dem Magnet streicht, etwas magnetisch? Wie leicht wird nicht durch den Rost, oder eine andre Ursache der Schwerpunkt aus dem Ruhepunkt verrückt? Es ist daher kein Wunder, daß man unter den Beobachtungen, die an Einem Orte angestellt sind, eine so große Verschiedenheit findet, wie man bey dem le Monnier in der angeführten Schrift sehen kann. Auch kann man den Irrthum, der dabey vorgeht, kaum entdecken. Ich halte es daher, ich wiederhole es, für sehr vortheilhaft, daß man sich entweder, ohne die Nadel zu gebrauchen, ganz allein des von mir beschriebnen Instruments zum Beobachten bediene, oder wenigstens bey der Nadel doch zugleich jene Methode, die ich empfohlen habe, anwende.

*) Ueber dem magnetischen Pol der Erde muß die Neigungsnadel senkrecht stehen, oder, welches eben so viel ist, die Neigung wird alsdann = 90° seyn. Die Abweichungsnadel hat aber, da nun die Richtung der Schwere mit der Richtung der magnetischen Anziehung zusammentrift, und also aus beyden Ursachen senkrecht niedergeht, keine bestimmte Richtung, sondern steht in allen Lagen gleich ruhig.

Daß es aber solche Oerter gebe, an denen sich die Richtung der Magnetnadel so verhält, d. i. daß die Erde auch ihre magnetischen Pole habe, ist gewiß. Halley nimmt, wie bekannt, vier Pole an, zwey gegen Mitternacht, und zwey gegen Mittag, um daraus die verschiednen

Ab-

der Naturlehre, als in diesem, einen solchen Mangel an Beobachtungen hat, welches aber meistentheils den Schwierigkeiten zuzuschreiben ist, welche die größten Künstler, bey der Verferti-

Abweichungen auf der Oberfläche der Erde zu erklären. Die Naturkündiger haben sich seit 1683 bis in die Mitte dieses Jahrhunderts bemüht, dieses System zu vervollkommnen. Doch fand man dabey große Schwierigkeiten, welches auch die Ursache war, daß Euler 1757 Halleys Hypothese verwarf, und behauptete, daß nur zwey Pole wären. Dieser große Meßkünstler hat diese Lehre mit ungemeinem Scharfsinn bearbeitet, und über die verschiedne Wirkung dieser Pole auf die Magnetnadel vortreflich geschrieben, doch scheinen seine Behauptungen der beobachteten Abweichung der Magnetnadel nicht genug zu entsprechen. Indeß stimmen nun fast alle Naturkündiger darinn mit einander überein, daß man nicht vier, sondern zwey Pole annehmen müsse, es ist aber noch unbestimmt, wo man sie suchen soll. Herr le Monnier, der diese Lehre mit großem Fleiß untersucht hat, glaubt, daß die magnetischen Pole nicht weit, etwa auf zehn Grad, von den Polen der Erde entfernt sind, und sezt den magnetischen Nordpol gegen Norden, um die Straße Davis, und die Baffinsbay, den Südpol aber auf 80° Breite, und 160° oder 165° Länge. Um diese Oerter zu bestimmen, verlängert er nicht, wie bisher geschehen ist, die magnetischen Meridiane, bis sie einander schneiden, sondern er sucht erst die Durchschnittspunkte, (die er Knoten nennt,) des Erdäquators mit dem magnetischen Aequator, und bestimmt hieraus die Pole.

fertigung einer Neigungsnadel, zu überwinden haben. Ich glaube daher etwas sehr nützliches geleistet zu haben, da ich eine leichtere Methode, die Richtung der magnetischen Kraft der Erde sehr genau zu finden, angegeben habe. Dieses Verfahrens können sich alle bedienen, welche keine bequeme Nadel besitzen. Sollte indeß die oben beschriebne Maschine noch zu sehr zusammengesetzt scheinen, so kann man eine einfachere Form wählen, die sich vielleicht finden läßt. Es ist zwar wahr, daß meine Methode auf dem unruhigen Meere nicht so leicht angewendet werden kann; doch würde die magnetische Theorie der Erde schon sehr vervollkommnet werden, wenn man durch jenes Instrument nur die wahre Richtung der magnetischen Kraft, in den weit entlegnen Oertern des festen Landes, erforschte, welches aber nur von der vereinigten Bemühung der Naturkündiger, und von der Unterstützung mächtiger, den Wissenschaften günstiger Fürsten zu hoffen ist.

Ein und dreyßigster Satz.

Eine stählerne Nadel, die mit einem Magnet gestrichen, und horizontal aufgehängt worden ist, weicht an verschiednen Stellen der Erde, unter verschiednen Winkeln von der Mittagslinie ab, d.i. die Abweichungen der

Magnetnadel sind an verschiednen Orten der Erde verschieden.

Diesen Satz beweisen die vielen Beobachtungen, die täglich von den Naturkündigern, an verschiednen Orten, angestellt werden, und die man alle Jahre in den Abhandlungen der Gesellschaften der Wissenschaften und in verschiednen Zeitschriften findet.

Anmerkung. Den Alten war nur diejenige Eigenschaft des Magnets bekannt, vermöge welcher er das Eisen anzieht, daß er sich aber mit der einen Seite nach Mitternacht, und mit der andern nach Mittag wendet, war ihnen völlig unbewußt. In Europa hatte man auch vor dem Ende des zwölften Jahrhunderts hiervon noch keine Kenntniß, und man schreibt die Entdeckung davon nicht einmal den Europäern zu. Wenigstens berichtet de Guignes aus einem chinesischen Schriftsteller, daß der Kompaß den Chinesern schon vor dem neunten Jahrhundert bekannt gewesen, und im Jahr 820 von dem Kaiser in China auf einer südlichen Meerreise gebraucht worden sey. Von diesen Völkern ist er auf die Araber, oder Saracenen, und dann auf die Franzosen gekommen. Die Chineser und hernach die Araber legten den Magnet über ein ausgehöhltes Stück Kork, auf ein völlig ruhiges Wasser. Dies war bis jetzt die ganze Zubereitung

reitung zum Kompas. Auf den Magnet folgte die Nadel, die man vielleicht zuerst auch behutsam auf Wasser legte, dann aber auf eine Spitze setzte, über der sie beweglich war. Diese Methode, die Richtung der magnetischen Kraft der Erde zu beobachten, war gewiß viel vollkommner.

Die Abweichung wurde schon im dreyzehnten Jahrhundert bemerkt; denn man führt einen Brief des Petrus Adsigerius von 1269 an, in dem erzählt wird, daß die Nadel um fünf Grad von Mitternacht abweiche. Aber diese Beobachtung fand bey den Naturforschern dieses und des folgenden Zeitalters keinen Glauben. An einigen Orten der Erde war damals die Richtung der Magnetnadel in der That in der Mittagslinie, und man glaubte, daß sich dies überall so verhielt, und urtheilte daher, daß alle Beobachtungen, die eine Abweichung bewiesen, fehlerhaft wären. Doch nach und nach mußte man der Erfahrung nachgeben, so daß die Abweichung um die Mitte des sechzehnten Sekulums fast allgemein angenommen ward, und am Anfang des folgenden Jahrhunderts war kein Naturforscher mehr, der daran gezweifelt hätte. Damals war Gilberts Meynung sehr in Ansehen, der die Abweichung in England 11° östlich beobachtet hatte; aber er hielt sie für beständig, welches doch schon die von 1550 an zu Paris gemachten Beobachtungen widerlegten. Die

Abweichung war damals zu Paris 8° östlich, aber 1580 war sie schon auf 11° 30′ gewachsen. Gassendi, der um die Mitte des vorigen Jahrhunderts diese Beobachtung untersuchte, und mit seinen eignen verglich, scheint der erste Naturkündiger gewesen zu seyn, der eine Veränderung in der Abweichung beobachtet hat, die auch bald allgemein anerkannt wurde.

Der Jesuit Tachart entdeckte 1682 zu Louvo in Siam, als er täglich über die Abweichung Beobachtungen anstellte, eine neue Veränderung, welche hier statt findet, und die hernach von europäischen Naturkündigern bestätiget worden ist, unter denen vornämlich **Graham** in England, **Muſſchenbroek** in Holland, und **Wargentin** in Schweden ihre Beobachtungen der Welt mitgetheilt haben. Nach dieser neuen Veränderung, welcher die Abweichung unterworfen ist, wird diese an jedem Tag des Morgens etwas westlich, des Abends kehrt sie wieder nach Osten zurück, des Nachts aber bleibt sie unverändert. — Da aber diese Erscheinung sehr wichtig war, und man beobachtet hatte, daß sie nicht überall Ein Gesetz befolgte, auch überdies vermuthet werden konnte, daß der Unterschied dieser sehr genauen Beobachtungen, mehr einem Fehler der Nadeln zuzuschreiben sey, so gab die pariser Akademie die Frage auf, wie man Abweichungsnadeln am besten verfertigen, und die Gesetze, denen die täglichen Veränderungen der Abweichung unterworfen sind, ent-

entdecken könnte. Der Preis ward zwischen Herrn van Swinden, Professor der Weltweisheit zu Franeker, und Herrn Coulomb, der die Kriegswissenschaften mit der Naturlehre sehr glücklich verbindet, getheilt. Die Schrift des Herrn van Swinden steht im achten Theil der Abhandlungen der pariser Akademie von auswärtigen Mitgliedern, die des Herrn Coulomb kommt im neunten Theil vor. Beyde Gelehrte kommen darinn mit einander überein, daß, wie schon andre empfohlen haben, die Nadel aus Einem ununterbrochnen Stück Stahl bestehen müsse. Herr van Swinden setzt sie mit einer Spitze, ausser der Nadel, die aber dem magnetischen Mittelpunkt äusserst genau entspricht, über eine sehr wenig ausgehöhlte Vertiefung, auf ein Glas, wo sie sich bewegt. Aber Herr Coulomb vermeidet das Reiben, dem die Nadel auf diese Art beständig unterworfen ist, und hängt sie an seidnen Fäden, die sich kaum drehen, auf, an deren Stelle, wie ich aus der Erfahrung gelernt habe, ein Faden von amerikanischer Aloe mit dem besten Erfolg angewendet werden kann. Herr Lous hatte sich schon vorher seidner Fäden zu demselben Gebrauch bedient; man sehe dessen Tentamina experimentorum ad compassum perficiendum. Hafniae 1773.

Nach beyden Methoden, welche diese Männer angegeben haben, kann man Nadeln verfertigen, vermittelst welcher die täglichen Veränderungen der Abweichung sehr gut beobachtet werden

den können. Herr van Swinden hat erstaunende Mühe dabey angewendet, und unzählige Beobachtungen, die theils von ihm selbst angestellt, theils ihm von andern mitgetheilt worden sind, zusammen getragen. Früh Morgens (so verhält es sich zu Franeker,) weicht die Nadel, während einer Zeit von einer oder zwey Stunden, etwas gegen Morgen ab, dann gegen Abend, von da kehrt sie um 7 oder 8 Uhr Abends etwas gegen Morgen zurück, und weicht von da sehr wenig gegen Abend ab. Die größte Veränderung der täglichen Abweichung beobachtet man zwischen Mittag und 3 Uhr des Nachmittags. — Diese täglichen Veränderungen sind aber nicht überall einerley, denn an andern Orten sind sie nach den Beobachtungen des Herrn Coulomb mehr regelmäßig. Ja auch zu Franeker sind sie jetzt viel geringer, als vor einigen Jahren, wie ich neulich erfahren habe. Auch zu Montmorency haben sie abgenommen, wie sie 1777 daselbst gewesen sind, kann man aus den Connoiss. des temps 1780 sehen. Die täglichen Veränderungen beobachtet man auch hier zu Gröningen, wo die Abweichung wenig über 19 Grad ist. — Wenn ein Nordlicht am Himmel steht, so leidet die Nadel insgemein, doch nicht allemal, andre Veränderungen, die aber hieher nicht gehören.

Ende.

Anhang.

Schreiben des Herrn Verfassers an den Herausgeber.

Gröningen am 19 Jun. 1783.

Mein Herr!

Ich habe Ihnen zwar neulich die Verbesserungen und Zusätze *), die ich bey meinen philosophischen Versuchen über die magnetische Materie für nothwendig zu seyn erachtete, überschickt; allein ich muß Ihnen auch noch einige Anmerkungen zu meinen Beobachtungen über die Verwandtschaften des Magnets mittheilen, die mir bey dem Durchblättern Ihrer Uebersetzung beygefallen sind. Ich will sie Ihnen daher in diesem Briefe, der als ein Anhang zu jenem Buche mit abgedruckt werden kann, bekannt machen, und Ihnen zugleich bey dieser Gelegenheit für die Mühe, die Sie

*) Sie sind alle, wie Herr Brugmans wünschte, an den gehörigen Orten, entweder in den Text selbst aufgenommen, oder als Anmerkungen unter denselben gesetzt worden.

Der Herausg.

Sie sich in der Absicht gegeben haben, diese Beobachtungen Ihren Landsleuten bekannter zu machen, als sie es sonst wahrscheinlich geworden seyn würden, öffentlich danken. — Seit der Zeit, daß diese Beobachtungen von mir herausgegeben, und von Ihnen in die deutsche Sprache übersetzt worden sind, hab ich sehr oft Gelegenheit gehabt, mich, welches ich ohne Prahlerey sagen zu können glaube, von der Vortreflichkeit meiner Verfahrungsart zu überzeugen, und ich zweifle keineswegs, daß, wenn sie mehrere Naturforscher *) geprüft und angewendet haben werden, die Anzahl der Körper, von denen man geglaubt hat, daß sie von dem Magnet nicht angezogen würden, nach und nach sehr abnehmen wird. So viel ist gewiß, daß Herr Bayen **) in seiner sonst genauen chemischen Untersuchung des spatigen Eisenerzes, welches ich in meinen Beob-

*) Herr Leibarzt Brückmann hat sich bey seinen Untersuchungen der Edelsteine, um den Eisengehalt derselben zu entdecken, mit vielem Vortheil dieser Verfahrungsart bedient; doch pflegt er vorher das Stückgen Papier, worauf er den zu untersuchenden Körper legen will, mit etwas reinem Talg oder Wachs zu bestreichen, um das Papier beweglicher zu machen. M. s. dessen gesammlete und eigene Beyträge zu seiner Abhandlung von Edelsteinen. Zweyte Fortsetzung. Braunschweig 1783. S. 33. Der Herausg.

**) Memoir. de Math. et Phys. présentés à l'Acad. royal. des Sciences, à Paris 1780. T. IX. p. 690.

Beobachtungen *) Stahlerz genannt habe, nicht gesagt haben würde, daß dieses **Erz keinesweges vom Magnet anziehbar** sey, wenn er dasselbe auf die von mir empfohlne Art geprüft hätte. Denn diese erweißt hinlänglich, daß dasselbe, ohne vorhergegangne Glühung, eben sowohl vom Magnet angezogen wird, als alle übrige Eisenerze, und mehrere andre Fossilien, von denen man insgemein behauptet, daß sie keine Verwandtschaft gegen den Magnet äussern.

Ich bediene mich zu diesen Beobachtungen bald des Wassers, bald eines hinlänglich gereinigten Quecksilbers, je nachdem nämlich die Beschaffenheit, die Gestalt, die Größe, u. s. f. der zu untersuchenden Körper die leztere, oder die erstere Flüßigkeit zu erfordern scheint. Ich habe im 7ten § des von Ihnen übersezten Werkes den Rath gegeben, und ich wiederhole ihn jezt, daß man das Quecksilber durch ein trichterförmig zusammengerolltes reines Papier, auf einen töpfernen Teller, oder in ein andres zu den Versuchen bequemes Gefäß durchlaufen lassen soll. Die Spize dieses Trichters muß sich in eine dünne offene Röhre endigen, durch welche das in das Papier gebrachte Quecksilber, vermöge seiner eigenen Schwere, in das Gefäß übergehen, und die Unreinigkeiten, die damit vermischt waren, an der innern Fläche des Papiers zurück-

*) S. 138 der deutschen Uebersezung.

lassen wird. In der That, wenn dasselbe kein Metall, oder einige Fettigkeiten enthält, so wird es alsdann eine sehr glatte und glänzende Oberfläche haben, und zur Untersuchung der magnetischen Verwandtschaft der Körper vortreflich geschickt seyn.

Dieser in meinen Beobachtungen weitläuftiger beschriebenen Verfahrungsart hab ich mich neulich zur Prüfung vieler Körper, und zumal zur Wiederholung der mit den Edelsteinen angestellten Versuche bedient. — Ich hab' Ihnen schon neulich in einem Briefe *) gemeldet, daß, als ich einen zitrongelb gefärbten Diamant auf Wasser gelegt, und einen starken Magnet daran gehalten hatte, er von demselben schwach angezogen worden war. Die Farbe dieses Steins konnte zwar schon die Gegenwart einiger Eisentheile in demselben muthmaßen lassen, aber ohnlängst hab ich auch Gelegenheit gehabt, verschiedne von diesen Steinen, die nicht die mindeste Farbe hatten, und durch die Kunst polirt, und sehr durchsichtig gemacht worden waren, zu untersuchen, und nicht ohne Verwunderung habe ich bemerkt, daß zwey davon angezogen wurden, und ein dritter eine sehr schwache Verwandtschaft gegen den Magnet äusserte. Diejenigen, an welchen ich diese Verwandtschaft beobachtete, waren größer als die, in welche der Magnet

*) Vom 8ten Februar 1783.

Magnet nicht wirkte, sonst aber kamen sie mit denselben in allen Eigenschaften überein. Ich habe mich zu diesen Untersuchungen eines einzelnen aber guten Magnets bedient, und die Diamante hatte ich auf ein rund geschnittenes, auf Wasser schwimmendes Papier gelegt; in der Folge wiederholte ich diese Versuche auch mit Quecksilber, auf dessen Oberfläche ich die Diamante legte, und ich beobachtete völlig die nämlichen Erfolge; als ich hierauf, anstatt jenes Magnets, drey oder auch fünf andre anwendete, die ich so mit einander vereinigt hatte, daß die gleichnamigen Pole über einander zu liegen kamen, und die Kraft des einen, der über die andern hervorragte, durch die übrigen sehr verstärkt wurde, so beobachtete ich, daß alle Diamante von dem so verstärkten Magnete etwas bewegt, und die meisten, die vorher keine Verwandtschaft äusserten, davon angezogen wurden; ja ich bemerkte sogar, daß diejenigen, welche bey der Untersuchung über Wasser von dem einzelnen Magnet leicht angezogen worden waren, jezt in wahre Magnete, an denen man eine Verschiedenheit der Pole entdecken konnte, verwandelt wurden. Denn der Diamant wendete sich, wenn man den andern, aber ebenfalls verstärkten Pol des Magnets darüber hielt. — An dieser Anziehung hat aber weder die elektrische Eigenschaft des Diamants, noch die allgemeine Anziehung, die bey allen festen Körpern statt findet, einigen Antheil. Denn wenn man unter den nämlichen Umstän-

den ein Parallelepipedum von Kupfer oder Holz, anstatt des magnetischen, zu diesen Versuchen anwendet, so wird der Diamant nicht im mindesten davon in Bewegung gesetzt. — Diese neu entdeckte Verwandtschaft dieses Edelsteins zum Magnet, und die übrigen schon bekannten Eigenschaften desselben, geben uns seine innere Bauart und seine Natur zu erkennen. — Diese jetzt beschriebenen Versuche belehren uns übrigens, 1) daß, so sehr auch ein Körper durchsichtig seyn mag, er doch einige fremde Theilgen, und zwar einiges Eisen in sich enthalten könne. 2) Daß, je stärker die Kraft eines Magnets ist, er auch um so besser zur Entdeckung der magnetischen Verwandtschaft eines Körpers anwendbar sey.

2) Ich habe ferner beobachtet, daß die orientalischen **Rubine** desto stärker vom Magnet angezogen werden, je dunkler ihre Farbe ist. Diejenige Art dieses Edelsteins, die der Ritter **Wallerius Amaldin** genannt hat, ward am stärksten angezogen, aber auch alle übrige Arten, die dieser Schriftsteller beschrieben hat *), der **Rubibalaß**, der **Spinell**, und der **Rubizell**, wurden von dem Magnet bewegt, doch die eine Art leichter als die andre, und der **Spinell** äusserte die

*) M. s. J. G. Wallerius Mineralsystem, in einen Auszug gebracht und vermehrt von N. G. Leske. Berlin 1781. 1ster Theil S. 237.

Der Herausg.

die schwächste Verwandtschaft, denn der Magnet wirkte kaum in denselben. 3) Der Sapphir wird um so schwächer angezogen, je mehr sich seine Farbe der Farbe des Wassers nähert, und derjenige, der vollkommen wasserhell ist, wurde bey meinen Versuchen so wenig, als der Aquamarin, von dem Magnet in Bewegung gesetzt. 3) Der orientalische Smaragd wird stärker als der occidentalische angezogen; dieser letztere hat aber auch eine hellere Farbe, als jener. 5) Auch alle Turmaline, die ich nach der Herausgabe meiner Beobachtungen zu untersuchen Gelegenheit gehabt habe, sie mochten eine grünliche oder schwärzliche Farbe haben, gaben ebenfalls eine magnetische Verwandtschaft zu erkennen, 6) von den Granaten aber wurden diejenigen am allerschwächsten angezogen, die eine gelbliche Farbe hatten, am meisten hingegen die, welche schwärzlich aussahen, worunter z. B. der gemeine indianische gehört.

Das Verzeichniß der Steine, die bey der Untersuchung nach meiner Methode eine magnetische Verwandtschaft zu erkennen geben, hat übrigens mein Sohn in einem besondern Werke *) sehr vermehrt, worinn er vorzüglich bemüht gewesen ist, die Steine und Felsstücken, die insgemein

*) Lithologia groningana juxta ordinem *Wallerii* digesta a *S. I. Brugmans*. Groningae 1781.

mein mit denen, die man in den nördlichen Gegenden antrift, überein kommen, genau zu beschreiben, und die Eigenschaften derselben durch Versuche zu entdecken. Bey dieser Gelegenheit hat er zugleich die Verhältnisse derselben gegen den Magnet genau erforscht. Ich will seine hierher gehörigen Beobachtungen nicht wiederholen, sondern vielmehr eine Bemerkung hinzusetzen, welche jene Steinart betrift, die man vor einigen Jahren in Labrador entdeckt hat, und die man, wegen der Aehnlichkeit der Wirkungen, nicht unbequem opalartigen Feldspat nennen könnte. Herr Professor Gmelin *) zu Göttingen hat neulich, so wie auch Herr Houttuin **), diesen Stein kürzlich beschrieben, keiner von beyden hat aber die besondre Verwandtschaft desselben zum Magnet, die ich bey der Untersuchung verschiedner Stückgen dieser Spatart beobachtet habe, entdeckt. Diese war in der That so groß, daß ein auf Quecksilber schwimmendes Stückgen von diesem Stein, vermittelst eines daran gehaltnen Magnets, von einander unterschiedne Pole zu erkennen gab. Eben diesen Erfolg bemerkte ich euch, als ich ein kleines Stückgen dieses Spats auf Wasser legte, und mit

*) In der Vorrede zum dritten Theil seiner mit sehr vielen Zusätzen vermehrten Uebersetzung des linneischen Mineralsystems.

**) Natuurlyke Hiftorie volgens het Zamenftel van de Heer von *Linné*, 3 D. 3 H. p. 141.

mit dem Magnet untersuchte; kurz alle Stückgen, die ich der Untersuchung ausgesezt habe, verhielten sich auf diese Art, ich wünschte aber, daß Sie, mein Herr, selbst diese Versuche wiederholten, damit diese besondre Eigenschaft jener Spatart durch mehrere Erfahrungen bestätigt würde.

Unter diejenigen Beobachtungen, die eine neue Untersuchung zu verdienen scheinen, gehören vorzüglich die, welche die Entzündung der Dämpfe betreffen, die durch die Salpetersäure entbunden werden, wenn man Eisen in derselben auflößt*). Von der Richtigkeit der am unten angeführten Orte erwähnten Bemerkung kann sich jeder leicht durch die Erfahrung, die sehr bald gemacht werden kann, überzeugen; und ich selbst habe in der That diesen Versuch mehr als einmal, und immer mit dem nämlichen Erfolg wiederholt. Damit man aber die wahre Ursache dieser Erscheinung deutlich einsehe, so muß man folgendes bemerken. Die Flamme eines Lichtes ist desto heller, je leichter die umgebende Luft das Phlogiston, welches durch das Verbrennen entbunden wird, in sich aufnehmen kann, die Luft, die alles brennbaren Wesens beraubt ist, und der

*) M. s. meine Beobachtungen über die Verwandschaften des Magnets, S. 64. nach der deutschen Uebersetzung.

man deswegen den Beynamen dephlogistisirte giebt, ist daher zur Unterhaltung der Flamme, und zum Athmen der Thiere am besten geschickt; diejenige aber, die in einem Gefäße stockt, ist zu keinem von diesen beyden Endzwecken bequem; denn ein brennendes Licht muß darinn verlöschen, und die Thiere, die in eine solche Atmosphäre kommen, müssen sehr bald darinnen ersticken: Erfolge, welche die freye Luft hervorzubringen nicht im Stande ist. Die in einen Raum eingeschloßne Luft wird nämlich von dem brennbaren Wesen, welches durch das Verbrennen des Talges, oder durch das Ausathmen der Thiere entbunden wird, in kurzer Zeit gesättigt, in einer freyen Atmosphäre aber wird das brennbare Wesen entweder weiter verbreitet, so daß die die Flamme umgebende Luft immer neues Phlogiston in sich aufnehmen kann, oder sie wird zu dieser Wirkung durch eine neue hinzukommende Luft geschickt gemacht. Die Salpeterluft ist aber bekanntlich von einer solchen Art, daß sie eine starke Verwandtschaft gegen diejenige Luft, die ihres brennbaren Wesens beraubt ist, ja selbst gegen die gemeine, in wieferne diese nämlich nur sehr wenig Phlogiston enthält, äussert. Diese Verwandtschaft bemerkt man sehr deutlich bey dem mit einer Verminderung des Inbegriffs verbundenen Aufbrausen, das bey der Vereinigung der dephlogistisirten, oder gemeinen mit brennbarem Wesen nicht gesättigten Luft, mit der salpetrichten beobachtet wird. Um nun das,

was

was ich bisher gesagt habe, auf jene Beobachtung anzuwenden, muß man bemerken, daß die Dünste, die sich aus der mit Eisen vermischten Salpetersäure entbinden, eine wahre Salpeterluft *), wie sie Priestley nennt, sind, und indem sich nun diese zu der Zeit, wenn die Auflösung vor sich geht, entwickelt, tritt die mit brennbarem Wesen nicht gesättigte gemeine Luft hinzu, und verursacht, daß die Flamme des Lichtes, die der in die Höhe steigenden Salpeterluft am nächsten ist, eine mehr dephlogistisirte Luftschicht erreichet. Die Flamme wird daher heller seyn, und sich weiter ausbreiten. Die Verschiedenheit der Farben aber, die da, wo die Flamme die Salpeterluft berührt, zum Vorschein kommen, kann dem verschiednen Verhältniß des brennbaren Wesens zugeschrieben werden, welches zur Entstehung dieser Farben beyträgt, das man aber nicht deutlich auszudrücken im Stande ist.

Die

*) Den Versuchen des Herrn Lavoisier zufolge (Memoir. de l'Acad. de Paris 1776. oder Herrn L. Crells neueste Entdeckungen in der Chemie 2ter Th.) wird die Salpetersäure in diesem Fall zersetzt, und der eine Bestandtheil, oder, wenn ich mich dieses Ausdrucks bedienen darf, das eine Element derselben macht die sogenannte Salpeterluft aus.

Die Salpeterluft verstärkt also nicht an und für sich die Flamme, (eine Meynung, die ich nirgends behauptet habe, und die man also auch aus meinen Versuchen nicht hätte folgern sollen,) sondern nur zufälliger Weise, in wieferne sie nämlich unter diesen Umständen bewirkt, daß die Luft, welche die Flamme des Lichtes umgiebt, mit der aus der Atmosphäre abgeschiedenen dephlogistisirten Luft in einer größern Menge vermischt wird, diese also, die nun geschickt ist, eine grössere Menge brennbares Wesen als vorher aufzunehmen, wird, wie ich gesagt habe, verursachen daß die Flamme heller erscheine, und sich mehr ausbreite.

Diese Behauptungen werden durch die Beobachtung bestätiget, die uns lehrt, daß eine reine Salpeterluft die Flamme eines Lichtes augenblicklich auslösche, wenn dasselbe so in diese Luft gebracht wird, daß die reinere, das ist, dephlogistisirte Luft keine Wirksamkeit äussern kann. Eben dieses trägt sich auch zu, wenn die Salpeterluft vorher mit gemeiner Luft gesättigt wird, so daß keine dephlogistisirte Luft dazu kommen kann. Denn eine solche mit gemeiner Luft vermischte Salpeterluft ist keineswegs zur Ernährung der Flamme geschickt. Hieraus erhellet übrigens auch, warum die mit Kreide vermischte Salpetersäure jenen Erfolg nicht hervorbringt; denn in diesem Fall wird keine Salpeterluft, sondern ein sogenanntes fixes oder mephitisches

Gas

Gas erzeugt, das, wie hinlänglich bekannt ist, keine solche Verwandtschaft mit der dephlogistisirten Luft hat, welche die vorzügliche Ursache der beschriebenen Erscheinung ist. — Doch ich verlasse diese Untersuchung, und komme zu einem andern Gegenstand, der einige Erläuterung bedarf.

Ich habe oft, und vorzüglich jezt, da ich mich mit der Abfassung dieses Briefs beschäftigte, darüber nachgedacht, ob die **Kalkerde** den Namen einer ursprünglichen Erde verdiene, oder ob sie von den Schaalen der Thiere entstanden sey? In der von Ihnen übersezten Schrift*) hab' ich meine Gedanken über diese Sache bekannt gemacht, und ich muß jezt hinzusetzen, daß ich dieselben immer noch für wahr halte; denn ich kann mich noch nicht davon überzeugen, daß diese Erde aus dem Thierreich herstammen sollte, zumal da zu dem am angeführten Orte gegebnen Beweise noch verschiedne andre Gründe hinzukommen, die denselben zu verstärken scheinen. Der Versuch, auf den sich meine Meynung stüzt, ist, wie Sie wissen, dieser: die Muschelschaalen, die man an den Ufern des Meeres findet, werden, wenn man sie gehörig behandelt, einigermaßen vom Magnet angezogen; der Eisentheil hängt aber so fest mit der Kalkerde in diesen thierischen Gehäusen zusammen, daß er durch keine menschliche Kunst davon

*) Ueber die Verwandtschaften des Magnets, S. 108 u. s. f.

von abgeschieden werden kann; wenigstens ist so viel gewiß, daß weder das Feuer, noch das Wasser, noch die Säuren dies zu vermögen im Stande sind. Es dünkt mir daher nicht wahrscheinlich, daß jene ungeheuern Berge, die nur aus einer vom Magnet nicht anziehbaren Kalkerde bestehen, ihren Ursprung von zerstörten Muschelschaalen haben sollten. Diese Folgerung wird auch durch die Erfahrung sehr bestätigt. — Die Kunst kann die Natur ziemlich genau nachahmen, wenn sie die Körper aufzulösen, oder vielmehr zu zerlegen sich bestrebt; — die Natur wirkt nur im Großen, aber doch nach den nämlichen Gesetzen, dieselben Erfolge, die wir in unsern Werkstätten hervorbringen, allein wir sind nicht vermögend, die Eisentheile von den Erden und Körpern, mit welchen sie innig vereinigt sind, vollkommen abzuscheiden. — Ich nehme hier nur diejenige Zerlegung aus, welche durch die Vegetation, und also durch lebende Werkzeuge verursacht wird. Diese Wirkung kommt aber der Natur eigenthümlich zu, und sie kann also in unserm Fall nicht statt finden: denn hier ist die Rede von Körpern, die nicht mehr vegetiren.

Die Eisentheile scheinen mir mit den Körpern, mit welchen sie zusammenhängen, weit genauer vereinigt zu seyn, als die Bestandtheile vieler anderer Körper unter einander verbunden

zu seyn pflegen, die doch von selbst keine Zersetzung erleiden. Das Meersalz kann hier zu einem Beyspiel dienen, die Säure desselben hängt mit dem Laugensalze ziemlich fest zusammen, und dennoch sind diese beyden Bestandtheile, den Erfahrungen der Scheidekünstler zufolge, nie so fest mit einander verbunden, wie das Eisen mit der Kalkerde. Indeß findet man die Meersalzsäure mit dem mineralischen Alkali in dem Steinsalze, das man an verschiedenen Orten aus der Erde gräbt, noch sehr genau vereinigt; ja auch mit der Kalkerde ist diese Säure verbunden, in wiefern diese Erde, ausser dem mineralischen Alkali, einen Bestandtheil jenes gegrabenen Salzes ausmacht, und dennoch verläßt diese Säure, wie hinlänglich bekannt ist, die Kalkerde sehr leicht. Die Verwandtschaft, die zwischen dem Eisen und den Erden, mit welchen dasselbe verbunden ist, statt findet, ist also in der That so groß, daß man sich bisher vergeblich einen dritten Körper zu entdecken bemühet hat, der mit einem von jenen beyden Theilen eine stärkere Verwandtschaft hätte; und daher kommt es, daß das Eisen von einer solchen Erde durch kein bisher entdecktes Hülfsmittel hat abgeschieden werden können. Indeß trag ich doch kein Bedenken, zu argwohnen, daß die Natur diesen Erfolg zu bewirken im Stande sey, wenn es mir gleich bis jetzt immer noch sehr zweifelhaft gewesen ist, ob dies in dem Falle, von dem oben die

Rede ist, statt finde. Ich will Ihnen die Gründe, die mich dies zu glauben veranlassen, bekannt machen. Ich habe einige gegrabene sehr weiße Muschelschaalen, die vollkommen von kalkartiger Beschaffenheit waren, und die man in gewissen Gebirgen in einer Kalkerde gefunden hatte, die nicht die mindeste Verwandtschaft gegen den Magnet äusserte, mit aller Vorsicht geglüht, und dann in ein sehr feines Pulver verwandelt. Von diesem legte ich hierauf etwas auf ein kleines rundes Papier, das auf sehr gereinigtem Quecksilber schwamm, und hielt dann einen starken Magnet daran, der allerdings eine Verwandtschaft gegen das Pulver zu erkennen gab; denn ich bemerkte eine schwache Anziehung, die der vollkommen ähnlich war, die ich beobachtete, wenn ich Muschelschaalen von der nämlichen Art, die aber an den Ufern des Meeres gefunden worden waren, eben so behandelte, und mit einem starken Magnet untersuchte; hieraus folgt wenigstens so viel, daß ein langer Aufenthalt der Muschelschaalen in Kalkgebirgen nicht hinreichend ist, die Eisentheilgen von der Kalkerde vollkommen abzuscheiden. — Wenn hier Jemand den Einwurf machen sollte, daß diese Wirkung durch die völlige Zerstörung der Seekörper hätte hervorgebracht werden können, so kann man hierwider die nämlichen Zweifel vorbringen, die ich oben angegeben habe.

Ich will zu dem jetzt angeführten Beweise noch einen andern, der von diesem ganz verschieden ist, hinzusetzen. Alle thierische Erde enthält eine besondere Säure, die mit derjenigen, die einen Bestandtheil des Harnphosphors ausmacht, einerley ist. Diese Säure, die sich auf keine Art zerstören läßt, kann man daher immer aus allen gegrabenen Körpern, die ihren Ursprung aus dem Thierreiche haben, darstellen *), und sie ist ein unzweifelhaftes und wesentliches Kennzeichen, daß der Körper, aus dem man sie erhält, ehedem zu diesem Reiche gehört habe. Allein man kann nicht behaupten, daß aus irgend einer Kalkerde, und aus den Kalksteinen diese Säure dargestellt werden könne. —

Alle jetzt erwähnte Erfahrungen dienen darzu, meine Behauptung, daß die Kalkerde den Namen einer ursprünglichen verdiene, zu bestätigen. Es ist zwar wahr, daß oft durch die Werkzeuge der lebenden Pflanzen und Thiere solche Zerlegungen und Veränderungen des Stoffs, der

*) Hieraus läßt sich die Ursache der Phosphorescenz erklären, die mein Sohn bey der Untersuchung verschiedener Versteinerungen und Kalksteinarten, und auch einiger um Gröningen gefundener Sandsteine beobachtet hat. M. s. dessen oben angeführte Schrift, S. 24.

der zur Ernährung und zum Wachsthum des Körpers angewendet wird, hervorgebracht zu werden scheinen, die unsere ganze Bewunderung verdienen; allein es ist gewiß, daß die Natur auch hierbey ein gewisses bestimmtes Gesetz, oder eine festgesetzte Regel befolgt; und diese zuverläs= sige Wahrheit macht meine Behauptung noch wahrscheinlicher. Man gebe, um nur ein einzi= ges Beyspiel anzuführen, auf die Thiere Ach= tung, die schaalige Körper, oder Eyer, die also allerdings von einer kalkartigen Beschaffenheit sind, zu legen pflegen, und man wird, wenn man auch nur wenig Aufmerksamkeit anwen= det, doch bald beobachten, daß diese Geschöpfe eine solche kalkartige Materie nicht von sich geben können, wenn nicht vorher ein ähnlicher Stoff einen Theil ihrer Nahrung ausgemacht hatte. Durch einen natürlichen Instinkt wird daher die Henne gereizt, Asche, zerstoßene Muschelschaa= len, Kalkerde, und dergleichen zu verschlucken, damit sie einen Stoff habe, woraus in ihrem Körper die Schaalen ihrer Eyer gebildet werden können. Wenn ihr aber diese, oder eine andere kalkartige Materie mangelt, so haben die Eyer, die sie legt, keine Schaale. — So gewiß ist es also, daß die glasartige Erde durch das thieri= sche Leben ihre natürliche Beschaffenheit nicht ver= ändern, oder in eine Kalkerde übergehen kann!

Da ich bey der Unternehmung der vorhergehenden, und mehrerer anderer Versuche, von welchen ich in meinen Beobachtungen Nachricht gegeben habe, oft bemerkt hatte, daß durch eine nicht lang anhaltende Wirkung des Feuers die magnetische Kraft eines Körpers vermehrt werden könne; so war mir noch übrig zu untersuchen, wie sich dieser Magnetismus verhalten würde, wenn ein nur schwach magnetischer Körper eine längere Zeit der Wirkung des genannten Elements ausgesetzt würde. In dieser Rücksicht brachte ich ein Fläschgen aus grünem Glase einige Wochen lang in einen Ziegelofen, um beobachten zu können, welche Wirkungen durch eine solche heftige und lange Zeit daurende Hitze darinn hervorgebracht werden würden. — Es hatte nach Verlauf dieses Zeitraums alle Durchsichtigkeit verloren, und schien nicht mehr aus Glas zu bestehen, sondern vielmehr aus einem sehr harten, undurchsichtigen und weislichgrauen Kiesel zusammengesetzt zu seyn. Die magnetische Kraft desselben aber, derentwegen ich blos diesen Versuch angestellt hatte, schien mir ausserordentlich wenig zugenommen zu haben. —

Ich will, bevor ich diesen Brief schließe, Ihnen noch eine Bemerkung mittheilen, die, ob sie schon eigentlich nicht mit meinen Beobachtungen über die magnetischen Verwandtschaften genau zusammenhängt, doch bey Gelegenheit derselben

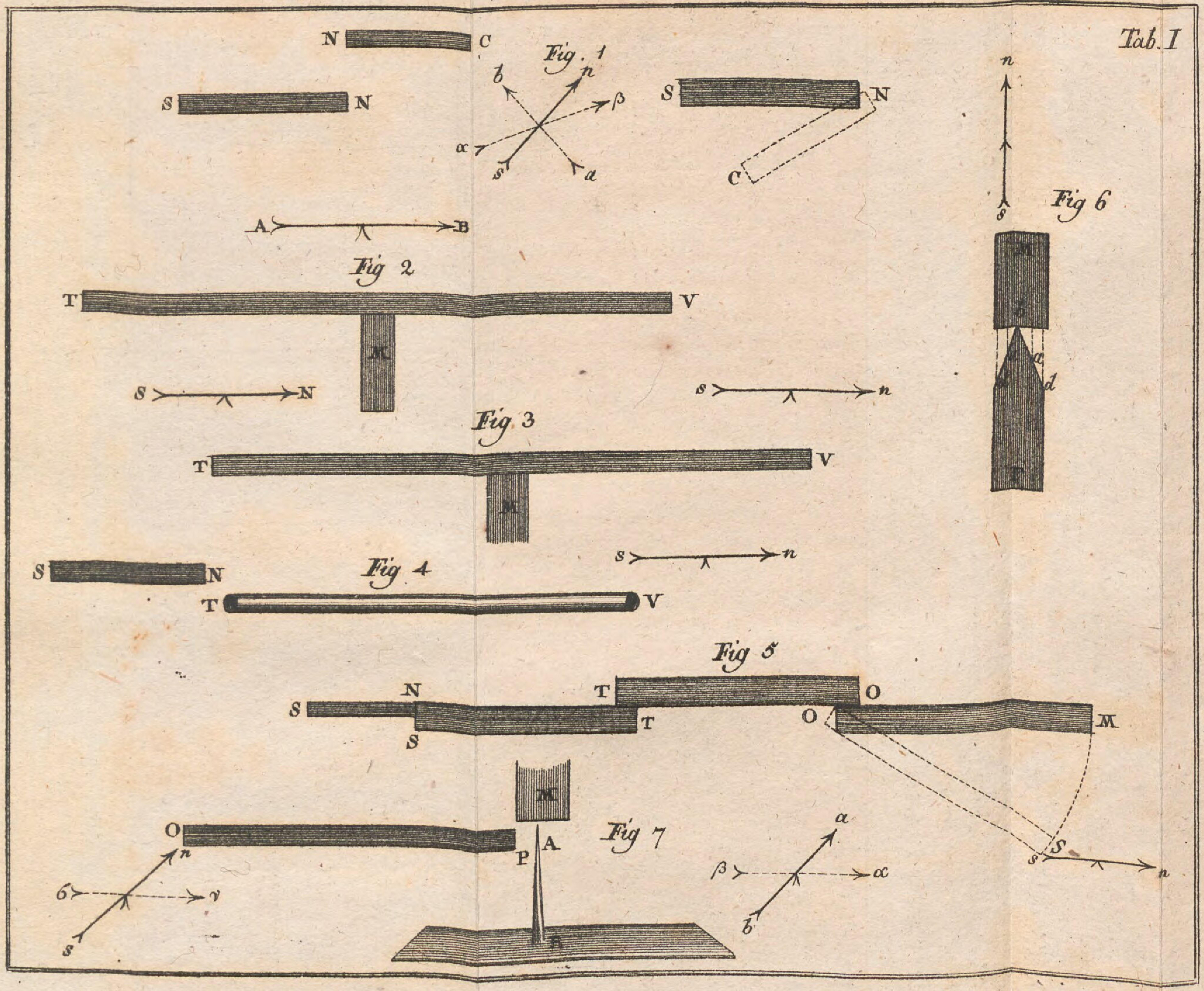
gemacht worden ist. Als ich nämlich die Verschiedenheit der Edelsteine, in Ansehung ihres Verhaltens gegen den Magnet untersuchte, ward ich eine andre Eigenschaft derselben gewahr, die, wie es mir scheint, der Anmerkung nicht unwerth ist. — Ich betrachtete verschiedene Gegenstände durch die Edelsteine, und ich bemerkte nicht nur, daß die Ränder derselben sehr schön gefärbt waren, (so wie man dies auch beobachtet, wenn man dieselben durch das Prisma ansieht), sondern ich fand auch oft, daß dieses gefärbte Bild doppelt war. Es ist bekannt, daß vorzüglich der Bergkrystall, oder der brasilianische Kiesel, den die Engländer Brasil-Pebble nennen, diese Wirkung hervorbringt: jene Versuche aber haben mir gelehrt, daß auch andere durchsichtige Körper eben eine solche doppelte Brechung verursachen. Ich habe nämlich diesen Erfolg bey der Untersuchung des zeilanschen Krystalls, der eine Sapphirfarbe hat, ferner des orientalischen Sapphirs, des Aquamarins, des Hyacinths, dem ich die Gestalt eines kleinen Prismatis gegeben hatte, des orientalischen Smaragds, des Rubizells, und des orientalischen Granats beobachtet, doch muß ich bemerken, daß diese Steine die Stralen nicht alle auf eine und die nämliche Art brechen. — Der Diamant aber, und, ausser diesem, noch einige andre Edelsteine bewirken nur eine einfache Brechung. — Vielleicht könnte man durch Hülfe dieses Kennzeichens viel wahre Edelsteine von den nachgemach-

machten sehr bald unterscheiden; denn ich zweifle, ob ich gleich hierüber noch keine Versuche angestellt habe, daß die falschen Edelsteine ein doppeltes Bild darstellen werden. — Zur Beobachtung dieses Phänomens wird, wie von selbst erhellet, erfordert, daß die Edelsteine eine schickliche Gestalt haben, zum Gegenstande aber kann man, wenn die doppelte Brechung zweifelhaft zu seyn scheint, mit dem besten Erfolg die Flamme eines Lichtes wählen. — Vielleicht mache ich Ihnen in der Folge mehrere Bemerkungen von dieser Art bekannt. —

Leben Sie wohl. Ich bin u. s. w.

Verbesserungen.

S. 48. Z. 12 statt nur, lese man oben
— 59. — 23 lese man pythagorischen
— 94. — 9 muß sie weggestrichen werden
— 111. — 24 lese man: etwas beytragen könne
— 115. — 6 statt *ac*, ac lese man *ac*, *ac*,
— 137. — 24 — achten — zehnten
— 162. — 3 v. u. muß der Divisor $\sqrt[3]{216^2}$ heissen
— 190. — 18 statt $\int v$ lese man $\int v$
— 193. — 11 setze man hinzu: (Taf. 5. Fig. *)
— 195. letzte Zeile lese man $\alpha.\ \sin\pi - \alpha'.\ \sin\pi'$
— 209. Z. 18 lese man A'BNOA''
— — — 25 — — AC''
— 262. — 16 statt A'C lese man AC


Tab. I
Fig. 1
Fig 2
Fig 3
Fig 4
Fig 5
Fig 6
Fig 7

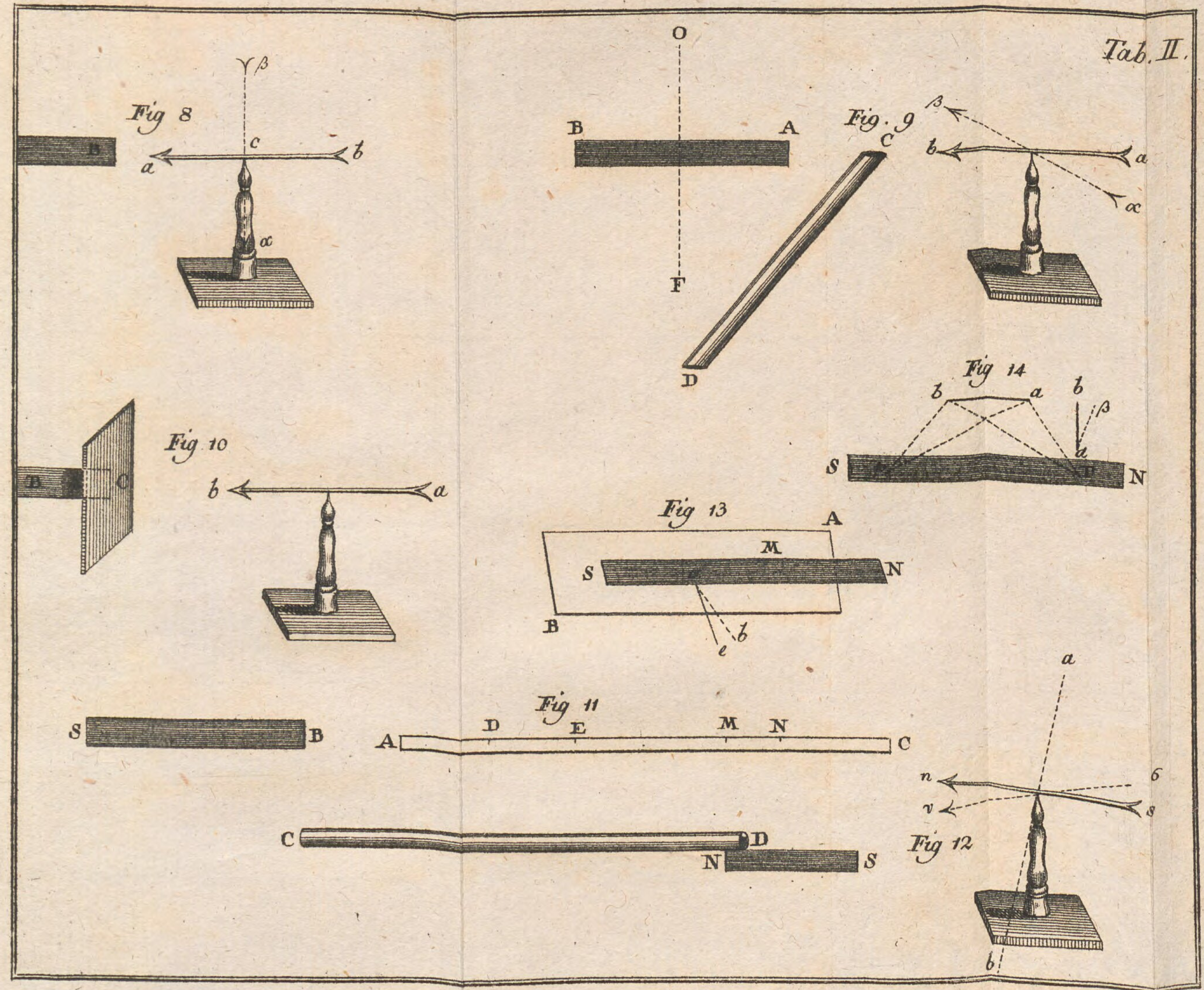

Tab. II.
Fig 8
Fig. 9
Fig 10
Fig 11
Fig 12
Fig 13
Fig 14

Fig 15

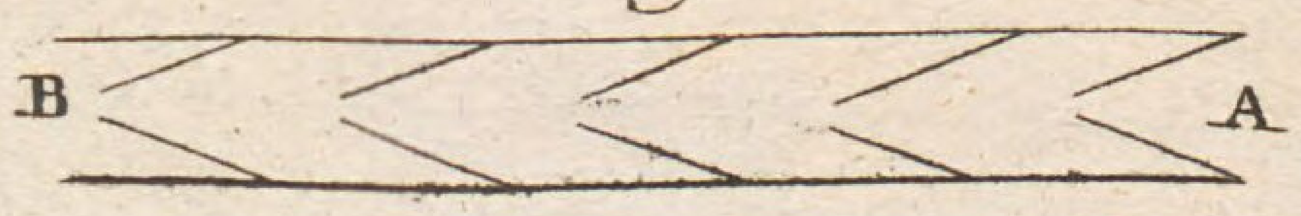


Fig 16

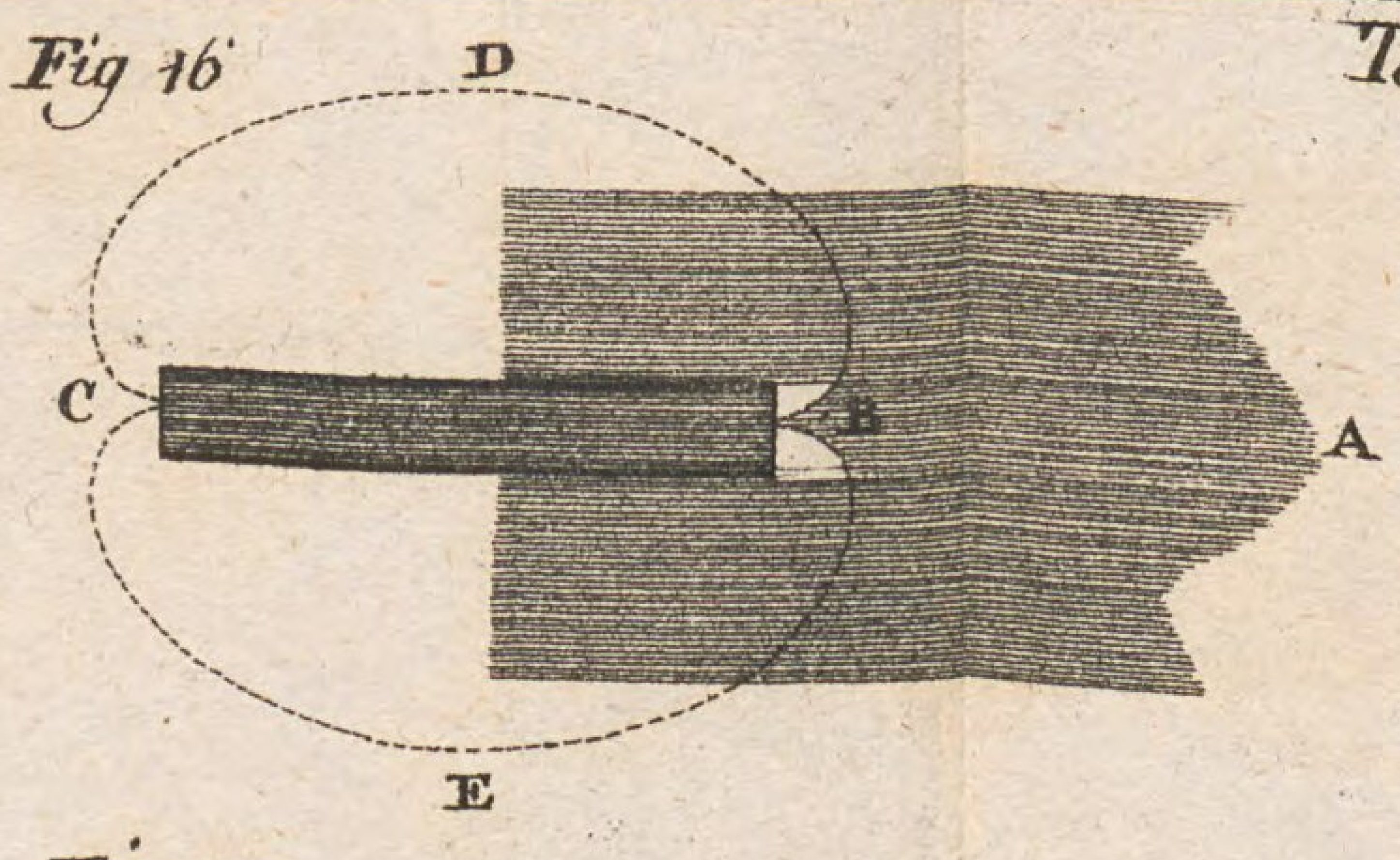


Fig. 17.

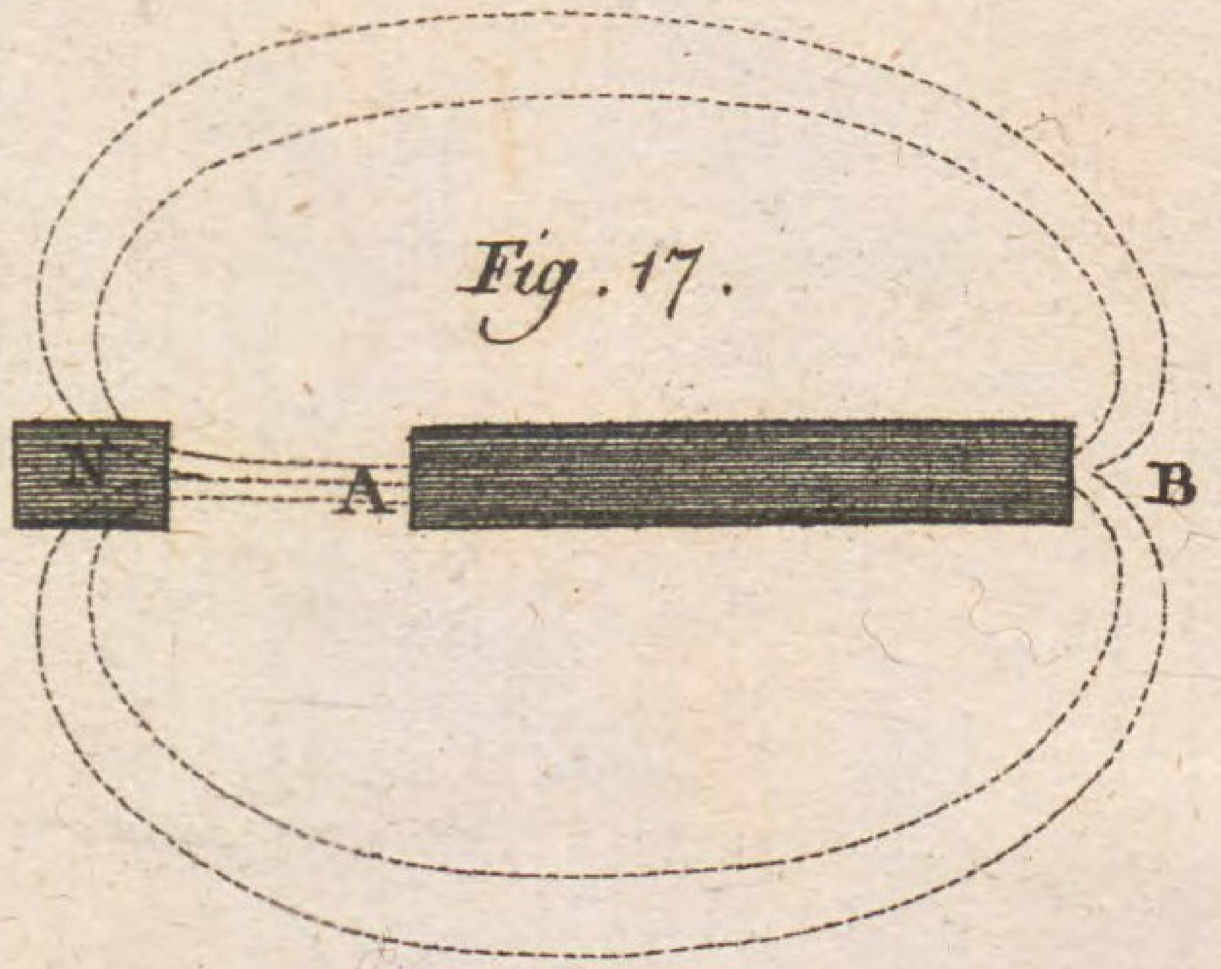


Fig 18

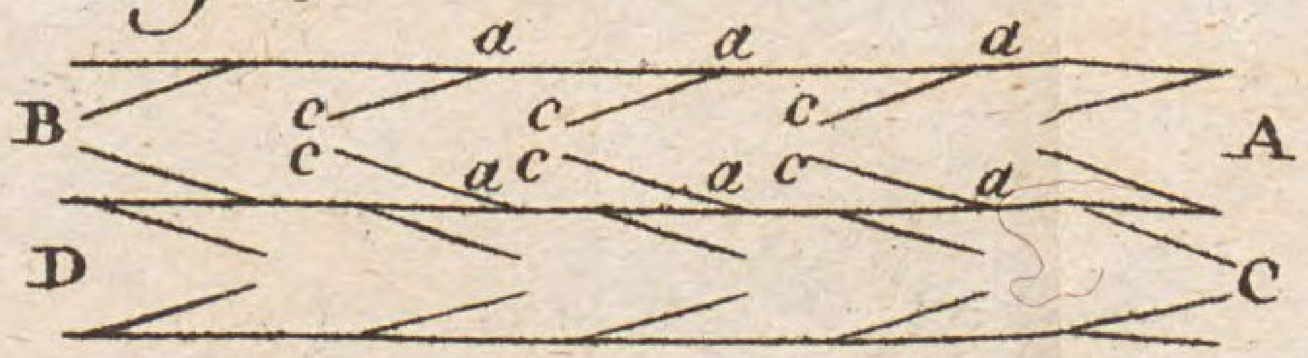


Fig 19

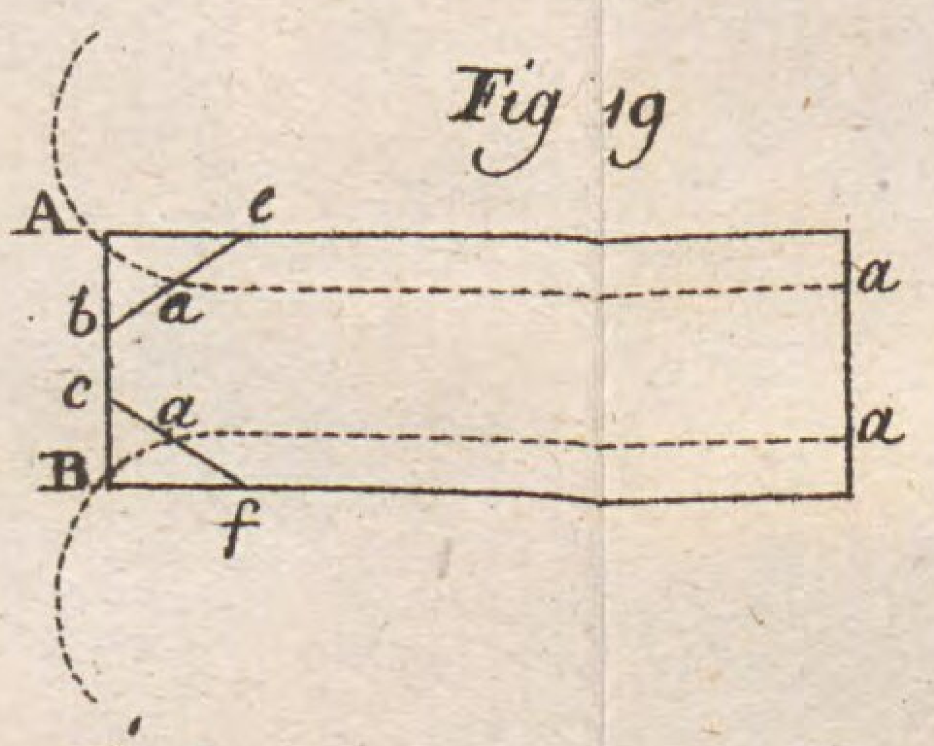


Fig. 20

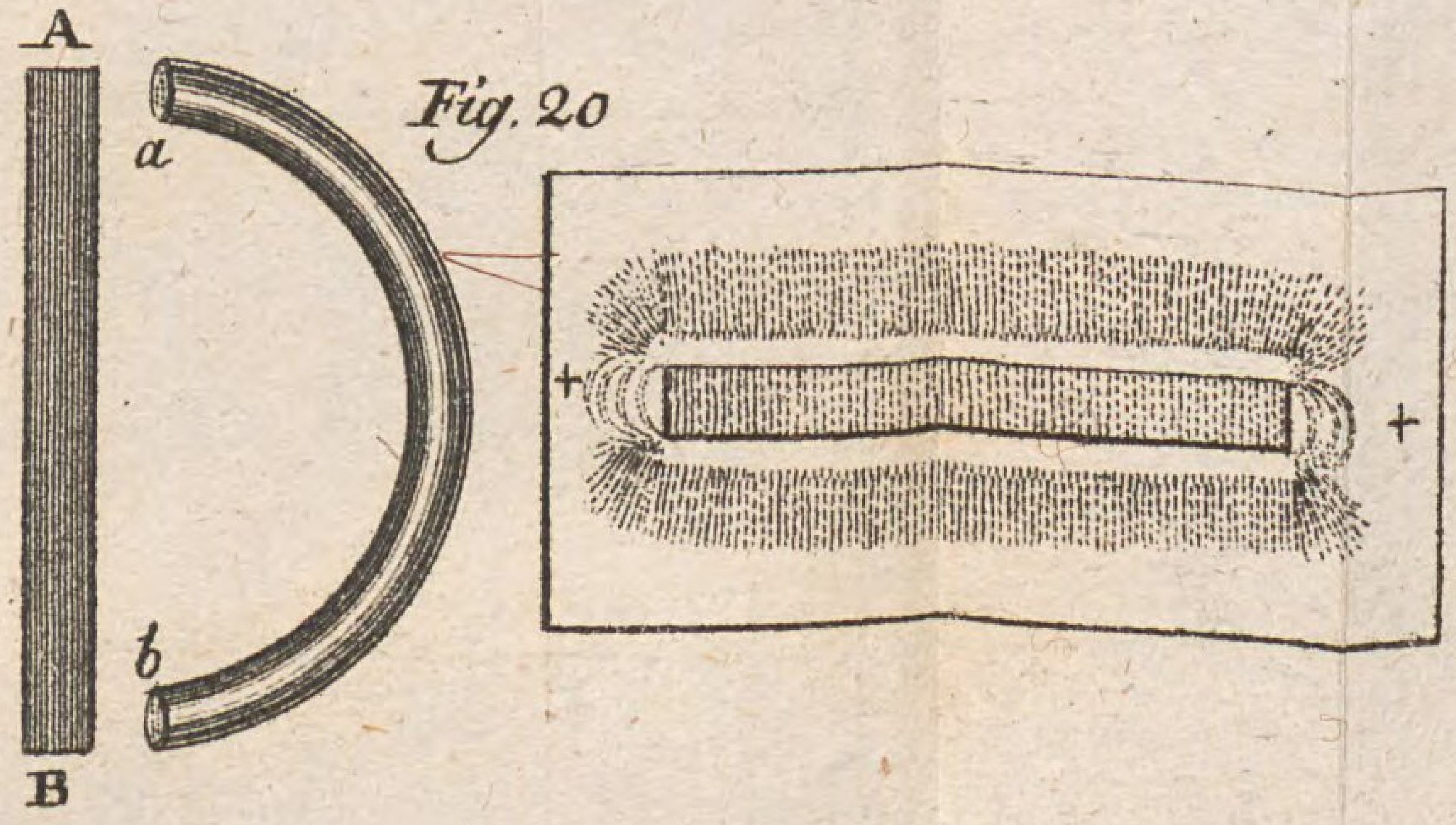


Fig 21

Fig 22

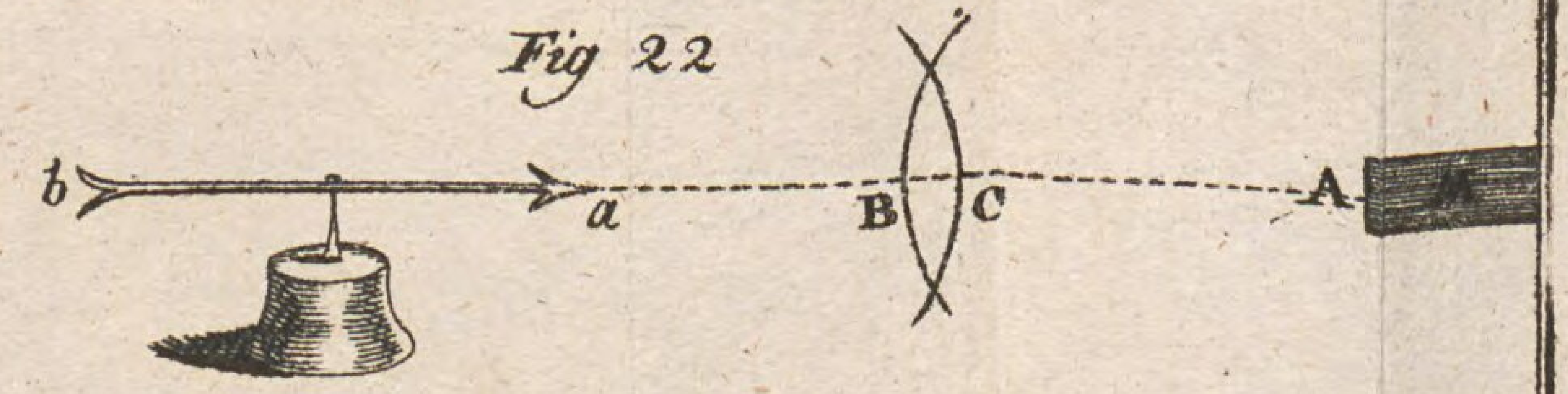
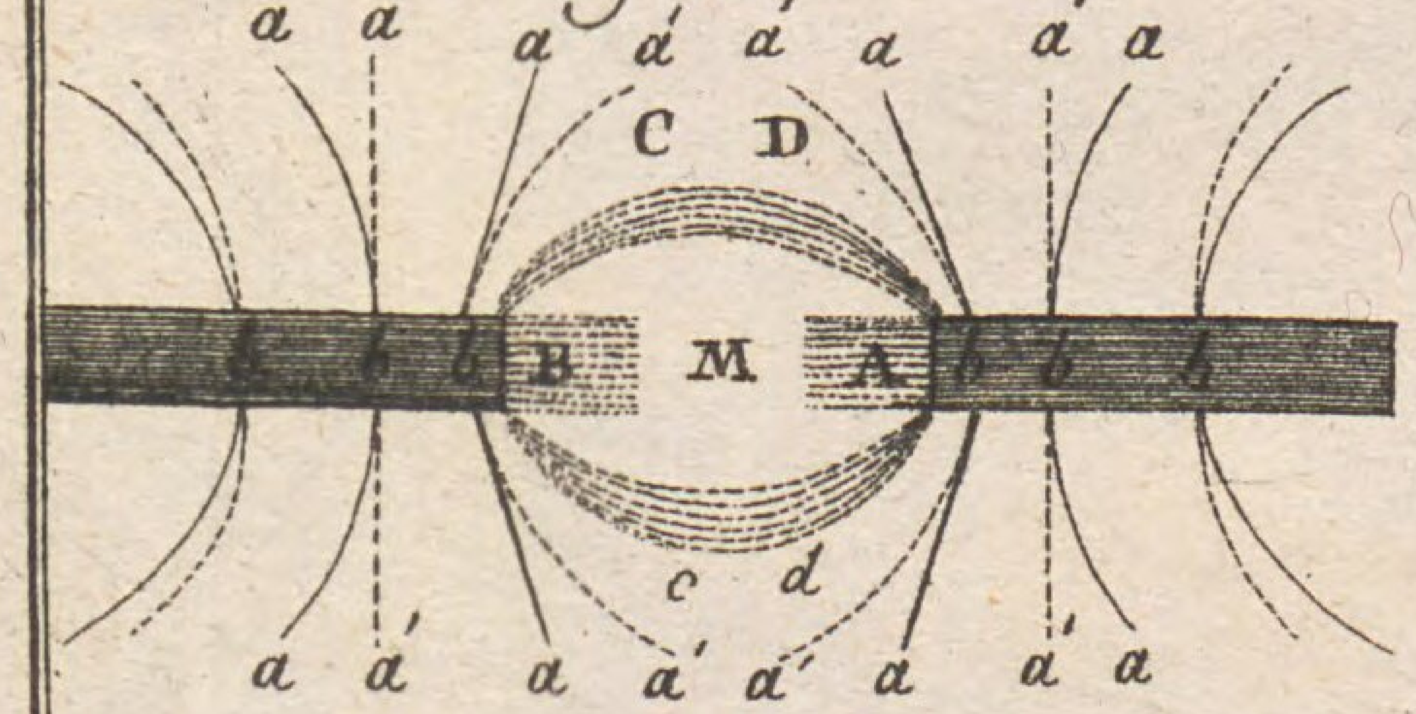
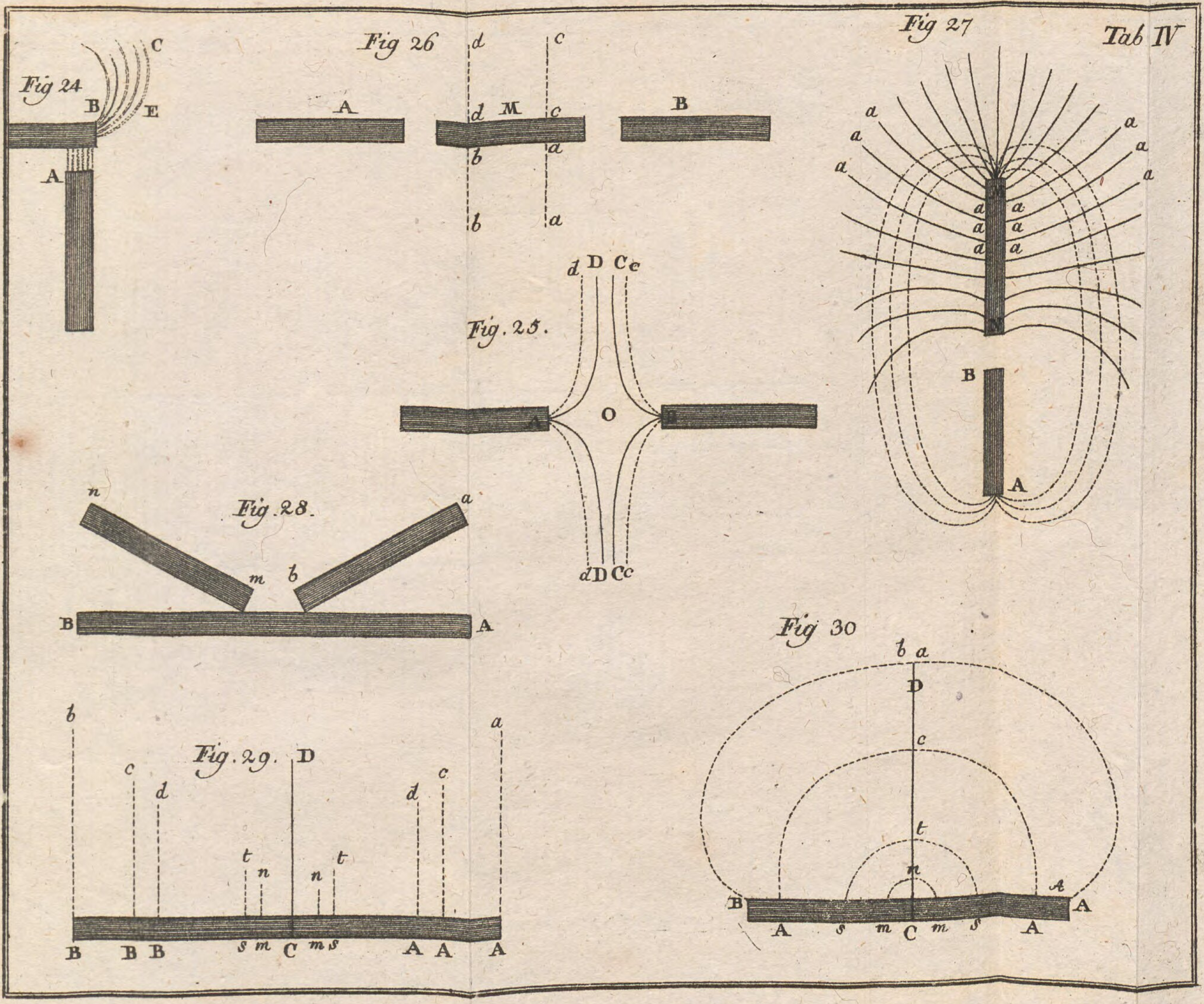
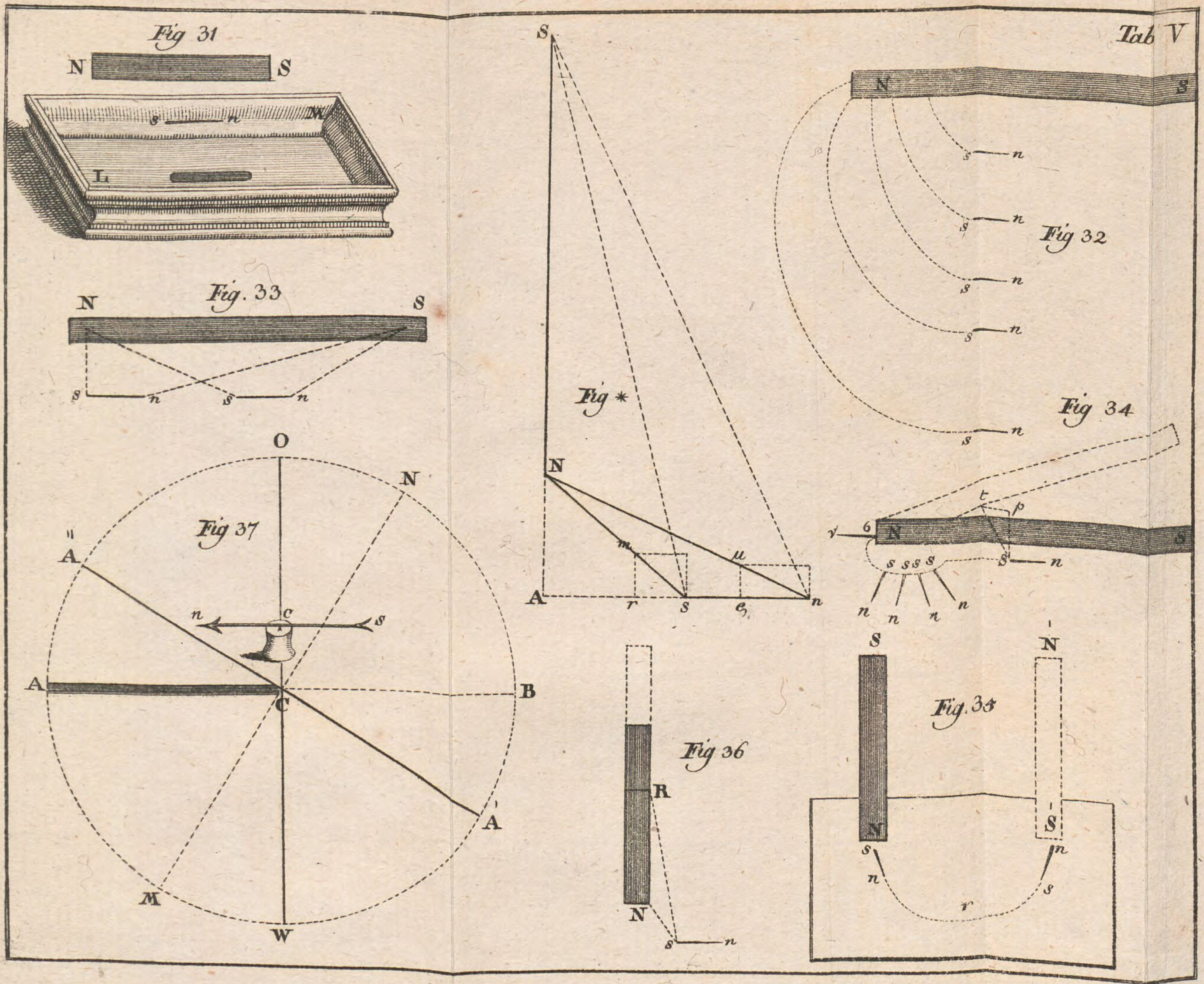


Fig 23




Tab IV
Fig 24
Fig 26
Fig 27
Fig. 25.
Fig. 28.
Fig. 29.
Fig 30


Tab V
Fig 31
N
S
s
n
M
L
Fig. 33
Fig 37
O
A
B
C
W
M
c
Fig *
N
m
u
A
r
s
e
n
Fig 36
R
Fig 32
Fig 34
t
p
6
Fig. 35
r

Tab VI

Fig 40

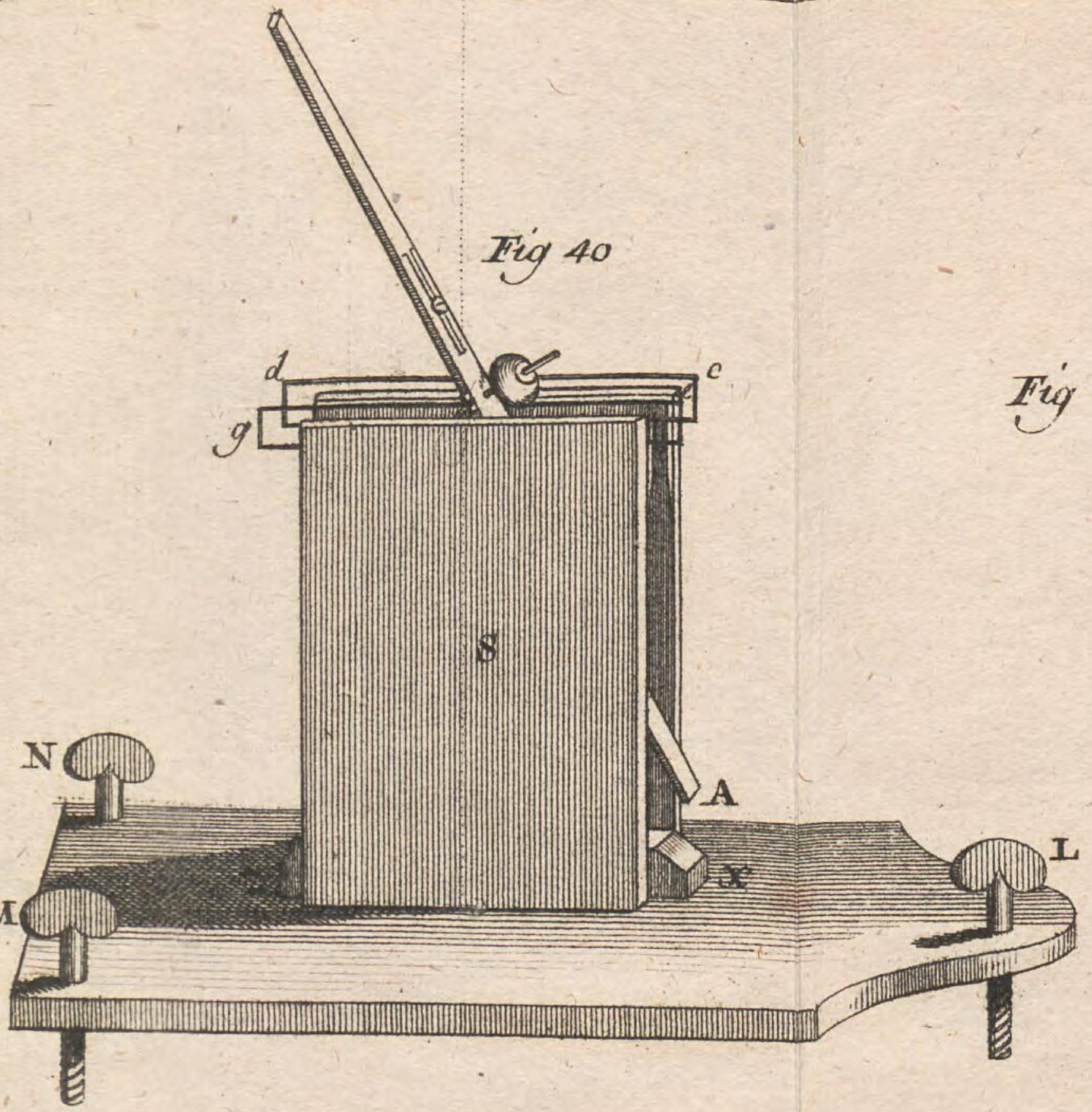


Fig 38

Fig. 39

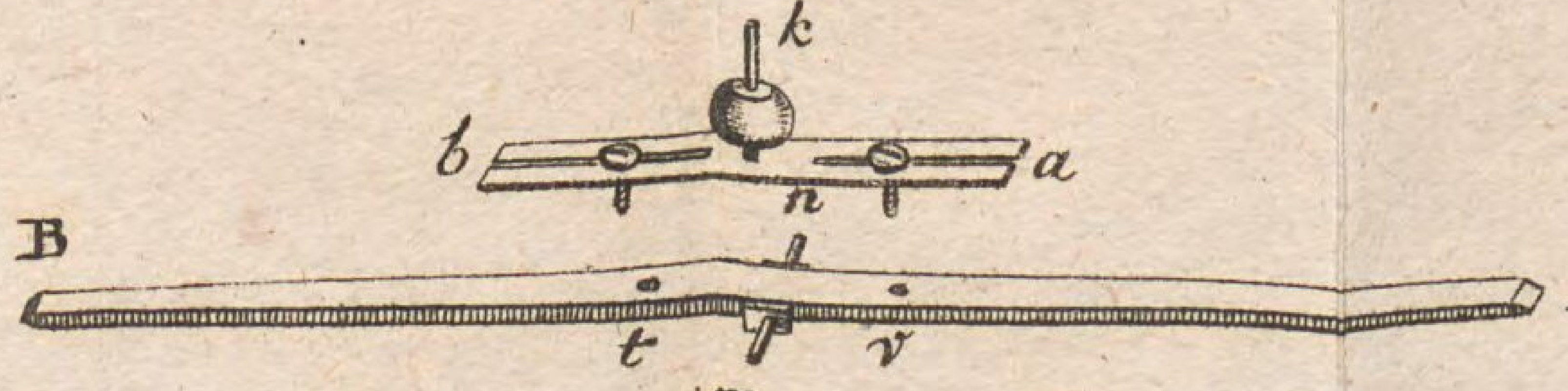
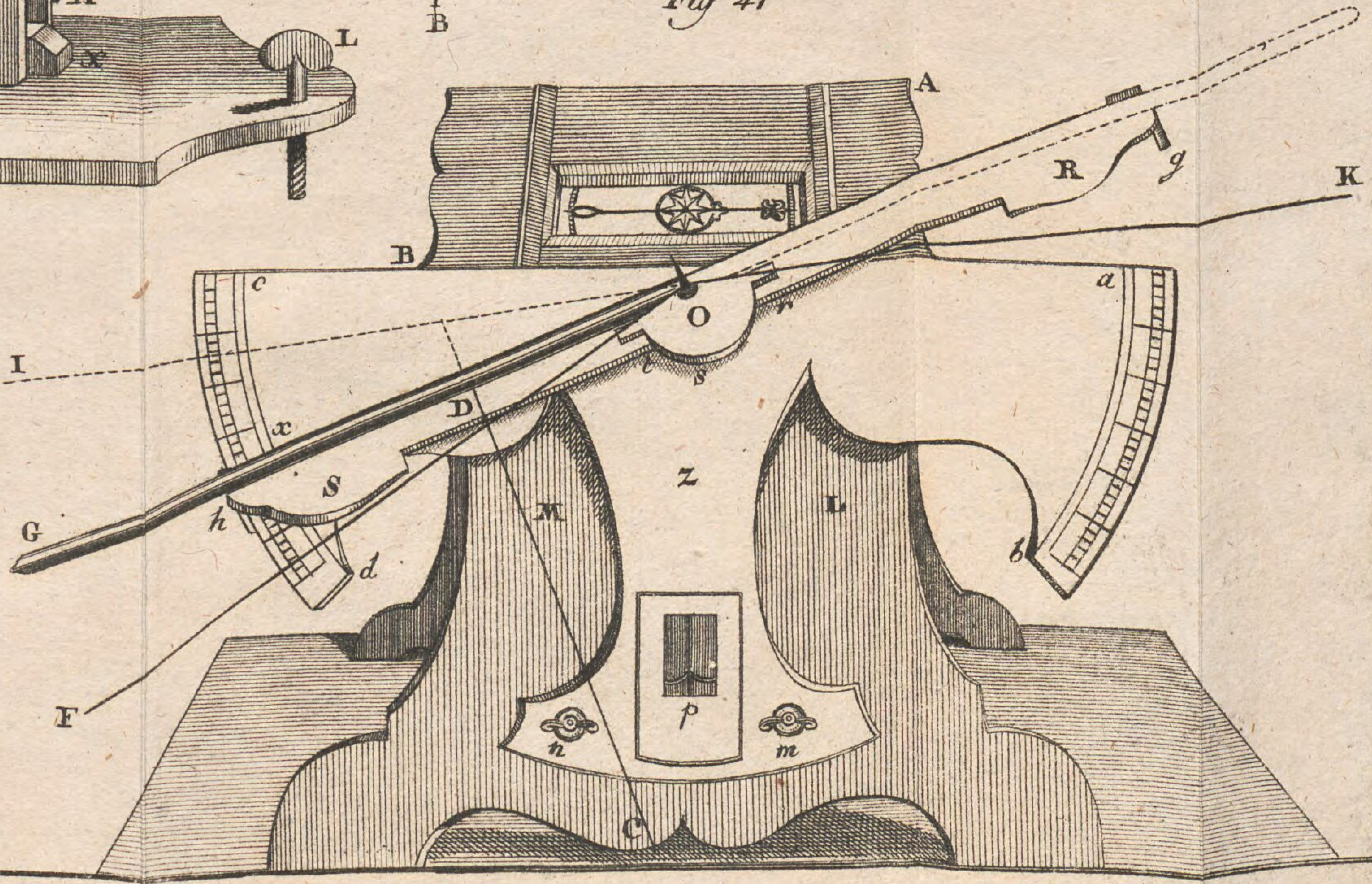


Fig 41



BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Brugmans, Anton,

Philosophische Versuche über die magnetische Materie und deren Wirkung in Eisen und Magnet

Leipzig 1784

Phys.sp. 114
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10133470-1
VD18 11384824-002